HAL open science

L'adaptation au réchauffement climatique en Méditerranée, le nouvel objectif de rafraichissement urbain

Lisa Salvati

To cite this version:

Lisa Salvati. L'adaptation au réchauffement climatique en Méditerranée, le nouvel objectif de rafraichissement urbain. Sciences de l'Homme et Société. 2020. dumas-03276787

HAL Id: dumas-03276787

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03276787

Submitted on 2 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INSTITUT D'URBANISME ET D'AMENAGEMENT REGIONAL

AIX MARSEILLE UNIVERSITE

Master II « Urbanisme et Aménagement » parcours « Transition des métropoles et coopération en Méditerranée »

L'adaptation au réchauffement climatique en Méditerranée, le nouvel objectif de rafraichissement urbain.

« Si nous prenons la nature pour guide, nous ne nous égarerons jamais »

Cicéron

Lisa Salvati

Mémoire rédigé sous la direction de Emeline HATT

Tuteur en entreprise : Solène Marry

Année universitaire 2019-2020

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes aillant contribuées, de près ou de loin à mon mémoire de fin d'étude.

En tout premier lieu, je remercie vivement Solène Marry et Daniela Sanna qui m'ont permis de me former tout au long de l'année.

Solène, merci pour la confiance accordée dès le début, et jusqu'au bout. J'ai bénéficié tout au long de mon parcours de ton incroyable pédagogie et ta bienveillance. Merci pour ta disponibilité et ton accompagnement sans faille durant ma période d'apprentissage.

Mes sincères remerciements à Emeline Hatt ainsi que Emannuel Matteudi.

Madame Hatt, un immense merci pour votre disponibilité, votre aide et vos conseils avisés. Vous avez été présente à chaque grand virage de ma professionnalisation et de mon exercice de mémoire.

Merci aux membres du Pôle Aménagement Villes et Territoires de l'ADEME, Sophie Debergue, Daniela Houppilart, Anne LeFranc, Emmanuel Thibier, David Canal, Karine Mogliacci, Christelle Bortolini et Sarah Marquet ; et aux membres de la Direction Régionale PACA Emilie Le Fur et Olivier Blancheton.

Je tiens également à remercier les personnes qui m'ont accordé un entretien. Ils ont pu, en raison de leur fonction, me transmettre des documents essentiels à l'écriture de ce mémoire.

Je tiens à remercier tous mes camarades de promotion, avec lesquels nous avons su nous soutenir et nous épauler dans cette belle expérience.

Enfin, merci infiniment à ma famille et mon petit copain pour votre soutien et votre confiance.

Avant-propos

Au cours de ma seconde année de Master en Urbanisme et Aménagement parcours « Transition des Métropoles et Coopération en Méditerranée » j'ai eu l'opportunité de réaliser mon apprentissage au sein de l'Agence de la Transition Energétique (ADEME). Cette période de professionnalisation m'a permis de me sensibiliser sur les sujets liés à l'adaptation au changement climatique. Au cours des mois, j'ai réalisé l'importance d'une transition écologique et énergétique afin de limiter les impacts négatifs de nos modes de vies et maximiser les effets de la transition dans le but d'augmenter la capacité de résilience de nos territoires. La réalité du changement climatique fait aujourd'hui à l'échelle mondiale l'objet d'un large consensus auprès de la communauté internationale ; en effet comme le démontre la canicule de 2003 en France, qui a fait 19 490 morts et provoqué une surmortalité de 60%, les effets sont de plus en plus perceptibles. Demain le changement climatique aura des impacts encore plus significatifs, aussi bien sur la société, que sur l'économie et l'environnement. Tous les scénarios élaborés au court de ces dernières années exprimaient des effets moindres que les effets actuels. Comme le précise le rapport spécial du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) « t*oute augmentation supplémentaire de la température, aussi minime soit-elle, à son importance, d'autant plus qu'un réchauffement de 1,5°C ou plus augmentera le risque associé à des changements pérennes ou irréversibles, tels que la disparition de certains écosystèmes* ». Aujourd'hui, le changement climatique est un fait établi et démontré à maintes reprises, et de plus en plus médiatisé. En France, des actions politiques prennent diverses formes comme les lois Grenelle 1 et Grenelle 2 proposant ainsi un pas vers des engagements environnementaux. Ma structure d'apprentissage - l'ADEME - joue un rôle décisif dans cette cause, en accompagnant les différents acteurs du territoire dans leur transition. L'agence agit sur les problématiques liées au changement climatique en présentant des méthodes couramment utilisées, leurs intérêts et leurs limites afin de porter à connaissance les enjeux de l'adaptation des territoires Parmi les questions sous-jacentes à l'adaptation au changement climatique, la problématique du rafraîchissement des villes apparaît comme un point nécessaire et préoccupant dans l'ensemble des villes du monde, et d'autant plus sur le bassin méditerranéen qui est identifié comme l'un des « HotSpot » du réchauffement climatique par le GIEC. Au cours de mes lectures j'ai pu comprendre que depuis les années 2000 l'intérêt du monde arabe

pour le développement durable n'a cessé d'augmenter, et je me suis ainsi demandé comment est abordé l'adaptation au changement climatique sur l'autre rive de la Méditerranée.

Table des matières

Remerciements 2

Avant-propos 3

Introduction générale 8

1. Première partie : La ville méditerranéenne à l'heure du changement climatique 11

1.1. Le changement climatique en Méditerranée 12

1.1.1. L'impact de la ville sur le climat, présentation du phénomène d'ilot de chaleur urbain. 12

1.1.2. L'impact du climat sur la ville 15

1.1.3. Les évolutions climatiques en Méditerranée 19

1.2. Le nouvel objectif de rafraichissement urbain 21

1.2.1. Le déploiement des politiques internationales et des outils réglementaires en faveur de la lutte contre le réchauffement climatique 22

1.2.2. L'ADEME mobilisée face aux problématiques de surchauffe urbaine 26

1.2.3. Les solutions les plus adaptées au rafraichissement urbain 29

2. Deuxième partie : Les Ecocités méditerranéennes, des laboratoires d'expérimentations 34

2.1. Le rafraichissement urbain en Méditerranée, un savoir-faire ancestral comme nouvel objectif de la ville durable 35

2.1.1. Les villes méditerranéennes se sont pensées et construites avec les spécificités climatiques des territoires 35

2.1.2. Le nouvel objectif de rafraichissement urbain pour une ville méditerranéenne durable 41

2.2. Les laboratoires de la ville durable méditerranéenne, entre similarités et incertitudes 53

2.2.1. L'écocité, une ressource politique pour renforcer l'attractivité et le rayonnement des territoires méditerranéens 54

2.2.2. Le nouvel objectif de rafraichissement urbain, un modèle de ville durable incertain ... 58

2.2.3. Des territoires d'acculturation aux enjeux de la surchauffe urbaine 60

Conclusion générale 62

I. Bibliographie 64

II. Ouvrages 65

III. Revues 65

V. Entretiens 66

VI. Colloques, Séminaires 67

Annexes : 68

Liste des principales abréviations

ADEME – Agence de la Transition Energétique

GIEC – Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat

AFD – Agence Française de Développement

ICU – Ilot de Chaleur Urbain

OCDE – Organisation de Coopération et de Développement Economique

PNUE – Programme des Nations Unies pour l'Environnement

CCNUCC – Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

SAZ – Société d'Aménagement de Zenata

GES – Gaz à effet de serre

PCAET – Plan Climat Air Energie Territorial

Liste des figures utilisées

Figure 1 Caractérisation du phénomène d'ilot de chaleur urbain; Source: Descartes, 2009 13
Figure 2 Réflexion solaire sur les batiments; Source: IAU-IdF 14
Figure 3 Les phénomènes liés au changement climatique; Source: adapté de Raisson, 2010 15
Figure 4 Les effets, symptômes et conséquences des canicules; Source: inrs.fr 16
Figure 5 Changement des températures à la surface terrestre, 1901-2012; Source GIEC, 2013 20
Figure 6 Profil théorique de la température de l'air près de la surface, le long d'une coupe transversale d'une zone urbanisée (depuis les zones rurales jusqu'au centre-ville) 29
Figure 7 Évolution journalière de la température de l'air mesurée dans le centre-ville de Toulouse et dans une zone péri-urbaine lors de la campagne de terrain CAPITOUL; Source: Grégoire Pigeon, Aude Lemonsu et al., 2008 30
Figure 8 Importance relative de l'infiltration, du ruissellement et de l'évapotranspiration selon l'occupation du sol et le taux d'imperméabilisation; Source: Livingston, McCarron, 1992 32
Figure 9 Réflexibilité des matériaux; Source : Octobre 2012 / Guide de recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain / I CARE / ALTO STEP / ALTO Ingénierie / p35 33
Figure 10 Photographie de la Médina de Tétouan, Maroc; Source: Lisa Salvati, 2019 36
Figure 11 Photographie de la ville de Tanger; Source: Ouissame El Asri, 2019 37
Figure 12 Ensemble de photographies de la ville de Tanger; Source: Ouissame El Asri, 2019 38
Figure 13 Projet Haram City; Source: ORASCOM 39
Figure 14 Profil journaliser des températures à Ngueye Gueye, Sénégal, Mars 2015; Source : AVN, 2015 « Promotion des pratiques de Gestion Durable des Terres pour restaurer et améliorer les stocks de carbone grâce à l'adoption d'initiatives d'habitat vert en milie 40
Figure 15 Température de surface de l'agglomération Marseille; Source: Agam REGARDS-ENVIRONNEMENT, Juillet 2018 - n°75 43
Figure 16 Projection du projet expérimental de l'Îlot Allar; Source: https://www.euromediterranee.fr/ 43
Figure 18 illustration de l'évolution de la température à 2 mètres et du vent à 10 mètres entre le 11 août à 22 heures locales et le 12 août à 16 heures locales. Source : rapport d'étude d'impact météorologique de l'aménagement Euroméditerranée 2 en période de canicules réalisée par Météo-France et l'EPAEM, 2013 45
Figure 19Comparaison des températures entre la situation actuelle du site et la situation avec le projet Euroméditerranée. Source : rapport d'étude d'impact météorologique de l'aménagement Euroméditerranée 2 en période de canicule réalisée par Météo-France et l'EPAEM 46
Figure 17 Zone d'influence du parc des Aygalades; Source: Etude d'impact météorologique de l'aménagement Euromed 2 en période de canicule, Météo-France et l'EPAM, 2013 47
Figure 20 Projet prévisionnel de l'Ecocité de Zenata; Source: SAZ 49
Figure 21 Schémas de ventilation naturelle de l'éco-cité de Zenata ;Source : SAZ- Société d'Aménagement Zenata 51
Figure 22 Modélisation de la trame aéraulique à grande échelle ; Source : SAZ – Société d'Aménagement Zenata 52
Figure 23 Trame urbaine de l'Ecocité de Zenata ; Source : SAZ – Société d'Aménagement Zenata 53
Figure 24 Géolocalisation des opérations d'aménagement Euroméditerranée; Source: euromediterranée.fr 54
Figure 25 Géolocalisation du projet d'Ecocité de Zenata; Source: Etude urbanistique pour l'aménagement de la ville nouvelle de Zenata, SAZ, Juillet 2012 54
Figure 26 Photographie d'habitat spontané su rle territoire de l'Ecocité de Zenata; Source: Etude urbanistique pour l'aménagement de la ville nouvelle de Zenata, SAZ, Juillet 2012 56

Liste des tableaux utilisés

Tableau 2 Impact de l'aménagement sur la ville actuelle ; Source : rapport d'étude d'impact météorologique de l'aménagement Euroméditerranée 2 en période de canicule réalisée par Météo-France et l'EPAEM 47
Tableau 3 Les taux de croissance démographique au Maroc (en %); Source: Haut-Commissaire au Plan, 2013 55

Introduction générale

Les effets du réchauffement climatique et la hausse des températures dans les centres urbains ont pris des proportions qui alertent les responsables politiques et professionnels de l'urbanisme. La problématique du réchauffement climatique est unanimement constatée par les scientifiques. En effet, le rapport du GIEC[1] publié en 2018 démontre une forte hausse des températures moyennes à l'horizon 2100. Ainsi des villes telles que Paris ou Bruxelles auraient un climat équivalent à celui de villes méditerranéennes telles que Cordoue ou Marseille (Terrin, 2015). Pourtant la confrontation de la ville et du climat n'est pas nouvelle, Les villes ont longtemps su se prémunir contre la chaleur et plus globalement se penser avec le climat comme le démontre l'urbanisme vernaculaire des villes méditerranéennes. Pour exemple, l'orientation des rues et les protections solaires des médinas canalisent l'air frais dans les villes jusqu'au cœur des habitations, faisant la preuve d'une maîtrise des ambiances thermiques autant dans les espaces publics que privés. Malgré ses savoirs faire, la ville moderne semble avoir perdu ces reflexes bioclimatiques. Aujourd'hui, force et de constater que les villes concentrent différents risques liés aux évènements climatiques tel que les récents records de chaleur dans les villes en raison de la minéralisation des espaces urbains, qui ont entrainé d'important problèmes sanitaires. Une étude publiée par Navigant Research nous révèle que le nombre de citadins augmentera de 75 % dans le monde d'ici 2050 et passera de 3,6 à 6,3 milliards d'individus ce qui accentuera le phénomène de densification des villes. L'OCDE[2], pour sa part, rappelle que les grandes mégapoles mondiales, qui occupent aujourd'hui 2 % de la surface du globe, consomment les trois quarts de l'énergie produite par la planète et émettent 80 % du CO2 d'origine anthropique. L'une des conséquences climatiques la plus observée avec l'effet de serre est la formation d'îlots de chaleur urbain (ICU) en partie due aux sources de chaleur anthropique. En effet ce phénomène d'ICU est souvent observé dans les villes à forte densité urbaine, et devrait à l'avenir s'accroitre, entraînant des effets négatifs, essentiellement sur le confort thermique extérieur et sur la consommation énergétique des bâtiments. Il est donc

[1] Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat

[2] Organisation de Coopération et de Développement Economiques

primordial d'intégrer des dispositifs d'atténuation de la chaleur en ville tel que le rafraichissement urbain dans la conception des projets et des espaces urbains.

Dans le cadre du Master Transition des Métropoles et Coopération en Méditerranée de l'Institut d'Urbanisme et d'Aménagement d'Aix Marseille Université, les réflexions présentées dans ce travail ont été initiées sur le territoire méditerranéen.

La Méditerranée est unique par ses spécificités historiques et géographiques, ainsi que par son patrimoine naturel et culturel. Elle se situe au carrefour de trois continents, l'Europe au nord, l'Asie occidentale ainsi que l'Afrique du nord au sud. Cette mer semi-fermée constitue une zone d'échanges multiples et d'importance stratégique aussi bien au niveau régional que mondial. Il s'agit également d'une zone ou les déséquilibres sont cristallisés et exacerbés : déséquilibres environnementaux, sociaux et économiques. Des dichotomies existent entre les pays industrialisés du Nord et les pays dits en développement et émergents au Sud et à l'Est où des situations d'instabilités ainsi que des inégalités importantes persistent. Ces problématiques se retrouvent au cœur des questions liées au changement climatique, qui exacerbe les déséquilibres et impacte de manière plus prononcé les pays dits en développement, qui disposent de moyens limités pour y faire face. Les zones côtières de la méditerranée sont particulièrement touchées par les effets du changement climatique, de ce fait les 150 millions d'habitants qui peuplent ces régions côtières se voient impactés. On observe ces dernières années une intensification des évènements climatiques tel que des vagues de chaleur intense ou encore des sécheresses. Selon l'Institut Méditerranéen, depuis 1950 les précipitations extrêmes sont passées de 8% à 25% sur l'Ouest du bassin méditerranéen. Sous un scénario de réchauffement des températures moyennes de 2°C, les précipitations extrêmes pourraient s'accroitre de 10% par rapport aux niveaux actuels, avec des valeurs bien plus importantes. Les projections du GIEC montrent également un accroissement potentiel, avec de fortes disparités régionales, des vagues de chaleurs génératrices de surchauffe urbaine et des sécheresses en particulier sur le Sud-Est de la France ainsi que dans les pays du Maghreb.

Au cœur des enjeux méditerranéens, la problématique climatique doit être appréhendée, d'une part selon les évolutions du climat, et d'autre part à travers l'analyse des leviers permettant l'adaptation au changement climatique.

Ces dernières années plusieurs projets de villes durables ont vu le jour sur le bassin Méditerranéen. Ces projets ambitionnent de créer des villes durables, respectueuses de leur environnement, capables de s'adapter au changement climatique et de lutter contre la surchauffe urbaine. Ces unités urbaines doivent respecter les piliers du développement durable, en cherchant à prendre en compte simultanément les enjeux sociaux, économiques et environnementaux.

Face à ce constat nous nous poserons les questions suivantes ; comment prémunir les villes méditerranéennes de la surchauffe urbaine ? Dans quelles mesures les leviers du rafraichissement urbain constituent un nouvel objectif de la ville durable méditerranéenne ?

Afin de répondre à ces problématiques, ce mémoire propose une réflexion et quelques conjectures sur l'adaptation des villes méditerranéennes au changement climatique en partant de l'hypothèse selon laquelle l'urbanisme vernaculaire des villes méditerranéennes est un levier de rafraichissement urbain. Les villes méditerranéennes ont longtemps su se prémunir des fortes chaleurs et se penser avec le climat. Aujourd'hui les villes modernes semblent en perte de reflexes bioclimatiques. De nombreux projets innovants émergent sur le pourtour méditerranéen afin de répondre à des problématiques climatiques traitées depuis plusieurs siècles dans les pays du Sud. Ainsi nous pouvons penser que la lutte contre les ilots de chaleurs urbain est de nouveau au cœur de l'actualité. Afin d'appréhender les enjeux climatiques au sein des villes, nous nous interrogerons sur la pluridisciplinarité du rafraichissement urbain, qui semble se trouver entre climatologie urbaine et urbaine. De plus en plus d'outils se développent afin d'analyser les impacts du changement climatique sur les territoires.

Cette analyse montrera comment l'objectif de rafraichissement urbain représente un fait d'actualité, et quels sont les leviers et les acteurs de cette ambition. Puis nous montrerons comment de nouveaux projets, peuvent développer des stratégies urbaines résilientes capables d'accroitre le potentiel rafraichissant des territoires. Les villes passent ainsi à une logique d'adaptation, soulevant tout de même quelques risques et incertitudes accroissant leur vulnérabilité.

Ainsi dans une première partie, une étude approfondie mettra en exergue le changement climatique sur le territoire méditerranéen. Ce mémoire mettra l'accent ensuite sur les différentes causes et effets de ce changement global. Puis nous présenterons le cadre réglementaire et institutionnel, et développerons le rôle de l'ADEME sur le sujet du rafraichissement urbain, le

but étant de mettre en avant l'engouements et la prise de conscience des pouvoirs publics sur les problématiques liées à la surchauffe urbaine.

Dans une seconde partie nous analyserons de la rive Nord, à la rive Sud, deux projets d'Ecocité. Cette analyse permettra d'appréhender la prise en compte du climat dans le champ du projet urbain. Puis nous nous interrogerons sur le nouvel objectif de rafraichissement urbain qui a pour but de relever le défi de la ville durable méditerranéenne, ainsi que sur les incertitudes et obstacles qui en caractérise l'émergence de ce nouvel objectif et son déploiement. Le raisonnement initié, nous conduira finalement à reconsidérer l'Ecocité méditerranéenne comme un lieu d'acculturation au changement climatique.

1. Première partie : La ville méditerranéenne à l'heure du changement climatique

Le changement climatique est un problème d'actualité, de plus en plus central dans les débats sur les transformations et la gestion des territoires, en particulier sur les zones urbaines. Depuis plusieurs années on peut observer chez les urbanistes, aménageurs, climatologues une prise de conscience quant à la problématique du réchauffement global.

Dans cette première partie l'objectif sera de poser le constat indiscutable du réchauffement climatique sur le pourtour méditerranéen, en démontrant les causes et effets d'un tel phénomène ainsi que sa pluralité d'enjeux. Le mémoire s'axera par la suite sur l'analyse du cadre institutionnel, et la prise de conscience des politiques et des acteurs au sujet de la surchauffe urbaine. Puis nous présenterons avec simplicité et clarté les différents leviers du rafraichissement urbain.

1.1. Le changement climatique en Méditerranée

Les villes méditerranéennes subissent de fortes chaleurs estivales caractéristiques du climat méditerranéen, avec des températures parfois supérieures à 40°C au Sud. Les canicules seront probablement plus fréquentes en Méditerranée et par conséquent, le phénomène d'ilot de chaleur urbain s'intensifiera. L'intensité du phénomène d'ICU peut aller de 2°C jusqu'à plus de 10°C pour des villes de plusieurs millions d'habitants et contribue de façon importante aux vulnérabilités urbaines. Dans les villes l'ICU peut être plus important lors des nuits estivales, quand la chaleur emmagasinée par les bâtiments pendant le jour est relâchée. Les impacts de ce phénomène climatique peuvent être important sur le confort thermique, sur la santé ainsi que sur les risques de pollution. En méditerranée des organismes publics conscient de la gravité du phénomène, réalisent des modélisation (Grèce, France, Italie,) et des mesures en ville (Sfax et Tunis), mais les résultats de ces études restent peu nombreux et ne sont pas systématiquement utilisé par les concepteurs de la ville et leurs gestionnaires.

1.1.1. L'impact de la ville sur le climat, présentation du phénomène d'ilot de chaleur urbain.

Au milieu du XIXème siècle, les premières études sur le climat urbain apparaissent. Le terme d'ilot de chaleur de chaleur urbain apparait en 1950, terme dans un premier temps réservé aux spécialistes et méconnu du grand public. Au travers du protocole de Kyoto signé en 1997, la prise de conscience quant à la problématique du réchauffement global s'est opéré. C'est ainsi que le concept d'îlot de chaleur urbain s'est généralisé, et répondu dans les préoccupations aménagistes et planificatrices.

En 2011, Anquez et Herlem définirent l'îlot de chaleur urbain « ICU » comme une zone urbaine dont la température est significativement plus élevée que celle des zones environnantes. L'ICU peut être expliqué comme étant une élévation localisée de la température dans un milieu urbain par rapport à la température moyenne de cette zone. La figure ci-dessous illustre ce phénomène montrant une différence de température entre les zones rurales et le centre-ville. Ce phénomène qui est principalement nocturne, est dû à la présence des surfaces imperméables (routes, etc.) et de nombreux bâtiments dans les zones urbaines qui stockent de la chaleur durant la journée et

la relâchent durant la nuit. Des observations ont démontré que les températures des centres urbains sont en moyenne supérieures de 4°C et peuvent atteindre jusqu'à 12°C de plus que celles des régions limitrophes.

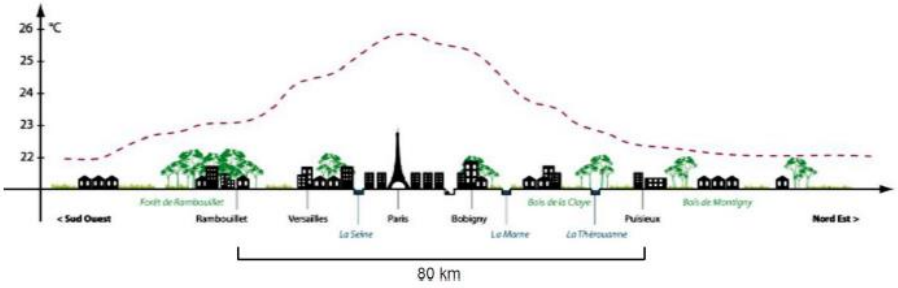


Figure 1 Caractérisation du phénomène d'ilot de chaleur urbain; Source: Descartes, 2009

Dans la littérature scientifique, trois types d'ilots de chaleur urbains sont distingués :

- Les ICU à la surface du sol : on peut déceler les endroits d'une ville où les surfaces sont plus chaudes grâce à la lecture de rayons infrarouges émis et réfléchis par les surfaces.
- Les ICU de la canopée urbaine, c'est-à-dire la couche d'air comprise entre le sol et la cime des arbres ou des toitures/bâtiments, où l'essentiel de l'activité humaine se déroule.
- Les ICU de la couche limite urbaine située au-dessus de la couche de la canopée. Ces ICU font référence à la température de l'air (Oké, 1982 ; Voogts, 2002).

Au-delà de ces distinctions, il est important de savoir que l'intensité des ICU change sur une base quotidienne et saisonnière en fonction de différents paramètres météorologiques et anthropiques. En effet, l'îlot de chaleur urbain est la conséquence des apports de chaleur naturels et anthropiques et des conditions climatiques et météorologiques des espaces où il apparait comme la température, l'humidité relative et le vent. Plusieurs causes de source anthropique favorisent l'émergence et l'intensification des ICU.

Tout d'abord, la perte de végétation implique une perte de fraicheur en milieu urbain. En effet, la végétation joue un rôle essentiel de protection contre les ICU grâce au phénomène d'évapotranspiration et d'ombrage qu'elle procure. Le processus naturel d'évapotranspiration de la vapeur d'eau rafraichit l'air ambiant en cédant une partie de sa chaleur pour permettre l'évaporation. De plus, la végétation participe à une meilleure gestion des eaux pluviales et des

sols. Il y a également les matériaux et leur capacité de réflexion qui peut intensifier le phénomène d'ICU, c'est ainsi que la ville « stock » davantage de chaleur que la campagne. Ce phénomène est principalement dû aux propriétés réfléchissantes des matériaux qui la composent. En effet, les bâtiments, les voies de circulation et les infrastructures ont un comportement différent (inertie – albédos) par rapport au rayonnement solaire. L'albédo sera différent de celui d'une surface végétalisée que l'on retrouve en campagne. Généralement, les revêtements imperméables des villes influencent le microclimat urbain et les conditions de confort thermique. Pour exemple, des matériaux à bas albédos peuvent atteindre des températures de 80°C en été comme les places de stationnement.

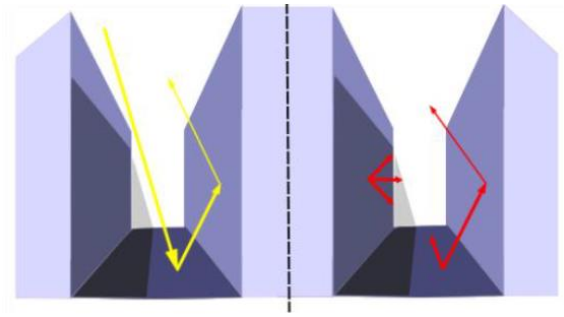


Figure 2 Réflexion solaire sur les bâtiments; Source: IAU-IdF

En ville, l'énergie du soleil et de l'atmosphère est absorbée et réfléchie par les matériaux ; et est également observé un phénomène de convection. L'air chaud monte, se dilate et devient plus léger que l'air froid, refroidit en montant et retombe. Ainsi se crée un « dôme » au-dessus de la ville.

La morphologie urbaine, qui se rapporte aux formes tridimensionnelles, à l'orientation et à l'espacement des bâtiments dans une ville, joue un rôle dans la formation des ICU.

La morphologie urbaine des villes denses accroit le phénomène d'ICU en faisant obstacle aux écoulements d'air favorables au rafraichissement urbain. Les grands bâtiments et les rues étroites créent des canyons qui accumulent la chaleur et ne parviennent pas à évacuer la surchauffe. Ainsi, on décèle en ville des micro-ICU dus aux morphologies particulières de certaines rues et quartiers. De plus, la morphologie des villes peut influencer la circulation automobile et accroitre les apports de chaleur et de pollution de l'air.

Enfin, la chaleur liée aux activités humaine participe à la fois au réchauffement climatique et global et à la surchauffe des villes. Les sources d'émission de gaz à effet de serre sont principalement les véhicules, les industriels et l'utilisation d'énergies fossiles, par exemple pour

le chauffage des immeubles. Ainsi la chaleur humaine naturelle s'ajoute à la chaleur induite par les activités humaines et perturbe le confort thermique des citoyens.

1.1.2. L'impact du climat sur la ville

Les phénomènes liés au changement climatique sont nombreux, augmentation des températures, fréquence accrue des épisodes de fortes précipitations (inondations/glissements de terrain), élévation du niveau de la mer (submersion marine et érosion littorale), augmentation de l'intensité de l'activité cyclonique et fréquence accrue des épisodes de sécheresse.

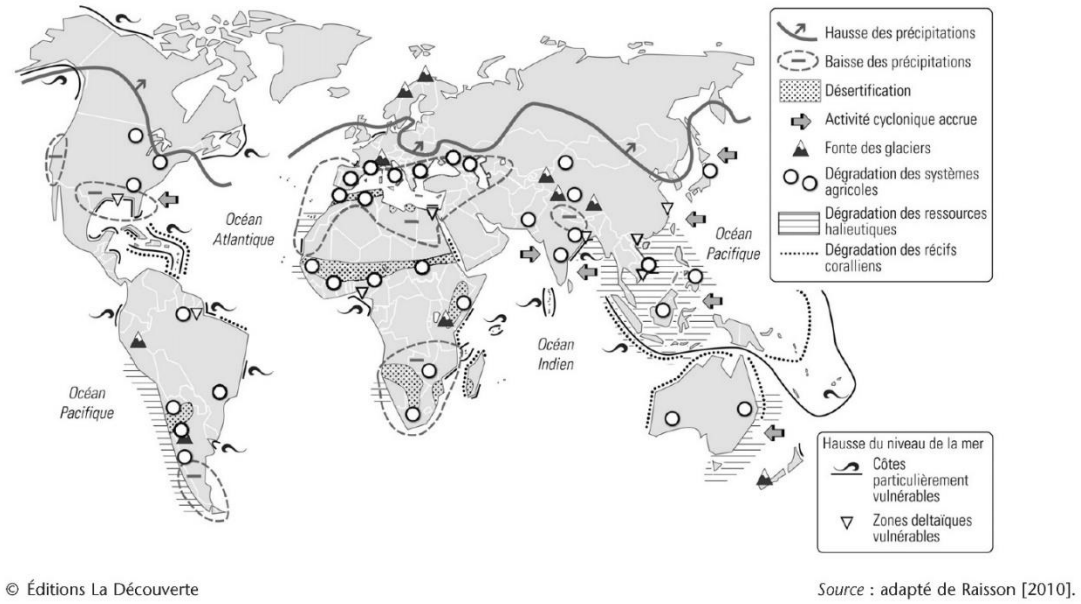


Figure 3 Les phénomènes liés au changement climatique; Source: adapté de Raisson, 2010

Les catastrophes liées à des évènements climatiques extrêmes ne cessent d'augmenter depuis plusieurs années. Ces perturbations provoquent des effets indésirables sur l'environnement mais aussi sur la société, c'est pour cela qu'ils nécessitent d'être pris en charge immédiatement.

Il est intéressant d'analyser la pluralité des enjeux lié à ce phénomène mondial, et plus particulièrement dans le cadre de cette analyse la diversité d'impacts lié à l'augmentation des températures.

Pour assurer un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique et réduire la vulnérabilité individuelle, les températures ambiantes doivent être ni trop basses, ni trop élevées. La température corporelle est d'environ 37°C, indépendante de celle de son environnement. Cette température est maintenue grâce aux apports de calories par la nourriture et aux échanges de chaleur avec l'environnement immédiat selon les mécanismes suivants : la convection, la conduction, le rayonnement et la transpiration.

L'interprétation du confort thermique est donc propre à chacun et varie selon l'époque, la culture, le niveau d'activité, le type de vêtements portés, la température de l'air et des surfaces environnantes, le rayonnement solaire ainsi que la vitesse et l'humidité relative de l'air.

L'augmentation des températures engendrée par les ICU aggrave la pollution atmosphérique et accroit les effets néfastes du smog[3] sur la santé humaine.

Les canicules ou les fortes chaleurs, accentuées ou générées par les ICU, peuvent créer un stress thermique pour les citoyens. Certaines personnes vulnérables sont davantage sensibles au phénomène comme les personnes âgées, les personnes atteintes de maladies chroniques, les populations socialement isolées, les très jeunes enfants ou bien les travailleurs extérieurs. La chaleur engendrée par les ICU peut provoquer des inconforts, des faiblesses, des troubles de la conscience, des crampes, des syncopes, des coups de chaleur, voire exacerber les maladies chroniques préexistantes comme le diabète, l'insuffisance respiratoire, les maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires, neurologiques et rénales, au point de causer la mort.

Niveau	Effets de la chaleur	Symptômes et conséquences
Niveau 1	Coup de soleil	Rougeur et douleur, œdème, vésicules, fièvre, céphalées
Niveau 2	Crampes de chaleur	Spasmes douloureux (jambes et abdomen), transpiration
Niveau 3	Epuisement thermique	Forte transpiration, faiblesse, froideur et pâleur de la peau, pouls faible, température normale
Niveau 4	Coup de chaleur	Température corporelle supérieure à 40,6°C, peau sèche et chaude, pouls rapide et fort, perte de conscience possible. Décès possible par défaillance de la thermorégulation.

Figure 4 Les effets, symptômes et conséquences des canicules; Source: inrs.fr

En 2003 en France, la canicule a eu de lourdes conséquences sanitaires : plus de 15 000 décès supplémentaires par rapport à la mortalité habituelle sur cette période. D'après une étude de

[3] Le smog est composé de particules fines et d'ozone troposphériques, il se forme lors de la réaction entre les rayons du soleil, la chaleur et les polluants (oxydes d'azote).

l'ADEME (2017), « la surmortalité de cet épisode a été 40% plus élevée dans les petites et moyennes villes, de +80% à Lyon et de +141% à Paris, par rapport aux zones rurales peu denses. ». Les canicules sont de plus en plus présentes sur le territoire méditerranéen, le 28 juin 2019 la journée fut classée caniculaire à Aix-en-Provence et on observe des températures qui oscillent les 46°C au Maroc durant le même été.

Les agences de santé à travers le monde, sur recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé, on mis en place divers programmes de lutte contre les effets des canicules et de prévention des ICU.

En période de forte chaleur les organismes sont mis à rude épreuve, c'est pourquoi il est important que l'ensemble de la population ai accès à l'eau, afin de boire en quantité nécessaire. Lors d'épisodes caniculaires il est recommandé de boire 1,5 litre au minimum et jusqu'à 2,5 litres par jour au maximum. C'est ainsi que les sécheresses de plus en plus intenses et les périodes de chaleurs plus longues combinées lors de la saison chaude entrainent une plus forte demande en eau d'une part, alors que la disponibilité à tendance à être réduite (baisse de la pluviométrie et report des pluies plus tardif). Le besoin d'eau peut provoquer dans certains pays une situation sociale difficile. Dans certains pays le potentiel est modeste, l'extension spatiale et l'inadéquation aux réseaux d'eau ont généré des indisponibilités chronique, surtout dans les pays en développement. Ces différents éléments provoquent ainsi la surexploitation des ressources en eau et vide peu à peu les nappes phréatiques ce qui provoque une augmentation de la salinité. Un des premiers enjeux de la lutte contre l'augmentation des températures est donc celui de la disponibilité quantitative de la ressource en eau, particulièrement en période estivale afin de permettre à l'ensemble de la population de se prémunir face aux vagues de chaleur. Pour se faire la distribution en eau et à améliorer dans de nombreux pays, une analyse réalisée dans le quartier de Hay Saken en Mauritanie en 2014 démontre que les facteurs de diarrhées sont à 29,1 dues à la qualité de l'eau de boisson, l'OMS estime en 2013 que « 2150 Mauritaniens, dont 1700 enfants âgés de moins de 5 ans, meurent chaque année de diarrhée. Ainsi dans un contexte de changement climatique global l'inefficacité de la distribution et l'absence d'assainissement représentent d'importants enjeux.

Au-delà de la ressource et du besoin en eau, les vagues de chaleurs peuvent également accroitre l'insécurité alimentaire de certain pays. En affaiblissent durablement le secteur agricole et en amoindrissant les moyens de production les terres deviennent moins fertiles. La variabilité

modifiée de la saison des pluies risque d'allonger les périodes de soudures agricoles (avec un décalage plus tardif des pluies). Le rapport du GIEC (AR5) dans son chapitre Afrique, indique également avec toutes les réserves nécessaires sur l'incertitude des projections climatiques liée à la pluviométrie, qu'il y a une tendance vers un décalage plus tardif des saisons des pluies en Afrique de l'ouest. Sur l'agriculture urbaine l'impact dès la hausses des températures provoque en plus de la diminution de la production, l'inadaptation de certaines variétés et la prolifération de parasites sur les plantes. De ce fait, les besoins alimentaires peinent à être couverts et les pays deviennent dépendant des importations afin de subvenir aux besoins en alimentation de ses citoyens. Dans un contexte d'inflation des prix il en résulte dans les pays en développement un surendettement des ménages ruraux qui doivent acheter des denrées alimentaires à des prix élevés dû aux importations qui pèsent lourdement sur les budgets de l'Etat. Le réchauffement climatique fait également pression sur les espaces naturels en milieu urbain, entrainant une perte du couvert végétal dans les villes et une hausse des couts d'entretien des espaces verts. La pression exercée sur les milieux naturels peut entrainer un risque de délaissement de la part des aménageurs et des collectivités.

Face à une potentielle perte de ressources, les déplacements humains pourront être une conséquence des changements de l'environnement et du climat. Les migrations climatiques ne sont pas un phénomène nouveau, pendant des siècles les populations ont migré suite aux modification du territoire. Dans les années 1990 la communauté internationale commence à reconnaitre le défi mondial du changement climatique, ainsi que ses liens et impacts sur la mobilité humaine. Les migrants sont motivés par la recherche d'une vie meilleure ou la fuite d'une vie impossible (sécheresse, chaleur, surendettement, manque d'eau). Dans les pays africains les mouvements de population entrainent un phénomène de sédentarisation des nomades qui pratiquaient la transhumance. Il en résulte de plus en plus de campements sédentaires et une plus forte dépendance à la culture pluviale et à la production de fourrages pour les troupeaux. Lorsque la sédentarisation n'est plus possible parce que les ressources alentours sont consommées, les familles peuvent être amenées à s'installer dans les centres urbains. Cet exode rural, fort lors des périodes de sécheresses, renforce la vulnérabilité des villes au changement climatique car il se traduit par une pression démographique forte qui ne permet pas un aménagement urbain soutenable et un développement économique durable.

Pour pallier au dérèglement climatique, de nombreuses villes ont fait le choix de la climatisation. La climatisation est en effet une technique qui consiste à modifier, contrôler et réguler les conditions climatiques d'un local pour des raisons de confort ou techniques. Avec le développement économique et le réchauffement climatique, le parc des climatiseurs augmentent considérablement. En 2017, ils étaient environ 1,6 milliard dans le monde ; 153 millions ont été vendus cette même année. Mais la climatisation a de gros défauts : elle augmente la consommation énergétique et électrique, et rejette des fluides frigorigènes qui sont de puissants gaz à effet de serre. Ainsi, la climatisation est en partie responsable de la surchauffe urbaine en augmentant la température en ville. De même certains produits composants de cette technique sont à la fois dangereux pour la santé et pour l'environnement. Face aux problématiques liées aux climatiseurs, l'un des messages fort des institutions mondiales reste la sobriété énergétique. Ainsi le rafraichissement urbain permettrait de réduire les couts et émissions des pays développés, et dans des pays où l'accès à l'énergie n'est pas garanti pour tous le rafraichissement urbain pourrait représenter un levier de lutte contre la surchauffe urbaine.

1.1.3. Les évolutions climatiques en Méditerranée

Au cœur de ce travail de mémoire, les enjeux du réchauffement climatique en méditerranée doivent être appréhender.

Le climat du pourtour méditerranéen se caractérise par de longues périodes de sécheresses. La rive Sud subi des températures plus élevées que la rive Nord. Dans son cinquième rapport le GIEC a identifié la Méditerranée comme l'un des 25 HotSpot du changement climatique. L'élévation des températures sur le bassin provient de sa situation géographique d'une part, entre régime climatique aride d'Afrique du Nord et tempéré en Europe ; de plus la mer Méditerranée est un espace quasi-fermé concentrant d'important flux d'échanges source de chaleur anthropique. Au-delà de sa situation géographique, la cause de l'intensification des températures est dû au développement urbain intense sur les littoraux, selon la Commission méditerranéenne de Développement Durable (CMDD) près de 150 millions d'habitants peuplent les régions côtières méditerranéennes.

Sur la figure ci-dessous nous pouvons constater l'augmentation des températures sur le pourtour Méditerranéen, allant de +0,6 degré sur la rive Nord, à +2,5°C dans les pays du Maghreb.

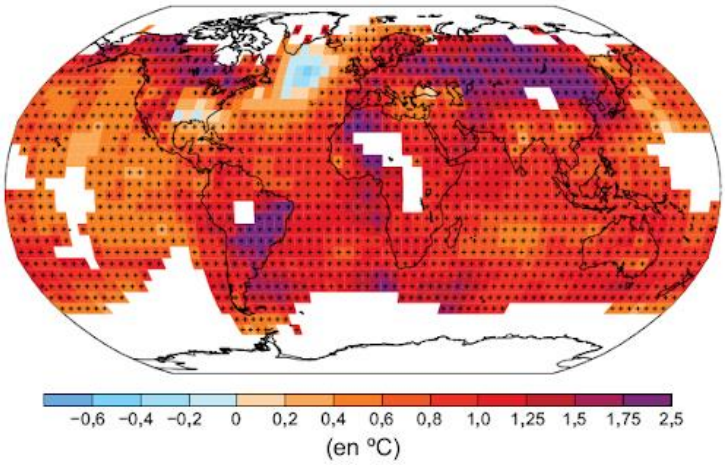


Figure 5 Changement des températures à la surface terrestre, 1901-2012; Source GIEC, 2013

Selon Pierre-Arnaud Barthel – chef de projet au sein de l'Agence Française de Développement, les impacts du changement climatique au Maroc se traduisent par une augmentation du niveau de la mer, en effet les scénarios du GIEC prévoient une augmentation moyenne du niveau de la mer de 20cm au XXème siècle sur les côtes méditerranéennes. Le régime de pluie est également impacté par le changement climatique, ce qui pourrait conduire le pays à un risque de stress hydrique, signifiant que la demande en eau dépasse les ressources en eau disponible. L'impact du changement climatique au Maroc se traduit également par une augmentation des températures dans les villes centres, engendré par la pollution ainsi que la densification des grandes villes telles que Casablanca. Sur le pourtour Méditerranéen l'urbanisation s'est effectué le long des côtes, la population urbaine est passé de 48% en 1960 à 67% en 2010 selon la CMDD[4].

En France l'augmentation des températures dans les centres villes ne cesse de s'intensifier, les vagues de chaleurs et canicules provoquent d'importants dégâts sur la santé des citoyens, mais également sur les ressources (alimentaires, ressources en eau) de la population ainsi que sur les espaces naturels. Selon Météo-France la France a connu en 2020 trois pics de chaleur avoisinant les 40°C en Juin, Juillet et Aout, en 2019 un pic à 46°C fut enregistré. Le changement climatique en Méditerranée devrait engendrer une intensification des vagues de chaleurs. Selon les

[4] Commission méditerranéenne de développement durable

prospections du GIEC, sous un scénario de réchauffement des températures moyennent de 2°C, les précipitations extrêmes dans le Sud de la France pourrait s'accroitre de 30 à 50% pour une moyenne de 10% par rapport aux niveaux actuels.

Ainsi, les villes méditerranéennes sont aujourd'hui menacées par les pressions climatiques du changement climatique et anthropiques liées au développement économique. Afin de protéger les villes des effets du changement climatique, et plus particulièrement accompagner les pays dans la lutte contre l'augmentation des températures les leviers du rafraichissement urbain se positionne comme un nouvel objectif de durabilité.

1.2. Le nouvel objectif de rafraichissement urbain

Depuis la fin du siècle dernier s'est opéré une prise de conscience quant à la problématique du réchauffement climatique. Face à l'ampleur des évènements, la question climatique représente selon l'Agence de la Transition Energétique (ADEME) depuis plus d'une décennie, un sujet de recherche interdisciplinaire. Le défis du XXIème siècle pour les urbanistes est d'intégrer dans leurs projets des notions de climatologie, d'écosystème, de compacité pour assurer le confort thermique des citoyens. La climatologue Aude Lemonsu[5] nous a confié lors d'un entretien réalisé dans le cadre d'une parution de l'ADEME sur le sujet du rafraichissement urbain, qu'une avancée scientifique en matière de compréhension du climat urbain était notable. Aujourd'hui, plusieurs outils de modélisation permettent de comprendre les interactions villes et climat. Le rafraichissement urbain est un sujet pluridisciplinaire, entre micro climatologie urbaine et urbanisme qui nécessite désormais un large panel d'acteur afin de permettre aux villes de développer des stratégie d'adaptation aux effets de surchauffe et d'identifier les leviers d'actions afin de rendre les territoires résilients.

[5] Aude Lemonsu chargée de recherche CNRS au sein de l'équipe Ville du Centre national de recherches météorologiques (CNRM,CNRS/Météo-France)

1.2.1. Le déploiement des politiques internationales et des outils réglementaires en faveur de la lutte contre le réchauffement climatique

Avant 1979, la question du réchauffement climatique ne s'était pas réellement posée, l'attention était principalement centrée sur les problématiques liées la pollution afin d'engager un effort international. Le sujet fut développé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) afin d'inciter les scientifiques à travailler sur le sujets et les conséquences du phénomène. En Février 1979 à Genève, fut organisé la première conférence mondiale sur le climat par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Cet évènement avait pour but de rassembler scientifiques et spécialistes afin de débattre autour des effets à court et long terme de l'augmentation des températures globale de la Terre. A cette occasion le « Programme climat mondial » de l'OMM a été créé afin de comprendre le changement climatique et s'adapter à ses conséquences. Cette prise de conscience au niveau international fut également marqué en 1987 par le rapport Brundtland, qui a participé à la vulgarisation du concept de développement durable, définit comme un développement permettant de « *répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire les leurs* ». La diffusion du concept au sein de nos sociétés c'est également nourri des prévisions d'un ensemble de rapports dénonçant les conséquences de nos modes de vie, dont les rapports du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), crée en 1988. Ce groupe comptant 195 pays membres et des milliers de scientifiques du monde entier a permis d'expliquer les raisons du réchauffement climatique en mettant en cause l'accumulation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère dues aux activités humaines. En 1990, les scientifiques sont encore incertains sur le rythme et l'ampleur du réchauffement climatique. Ils affirment un risque d'augmentation de 4°C pour la fin du siècle par rapport à la période préindustrielle.

La lutte contre le réchauffement climatique prenant de l'ampleur, en 1992 le Sommet de la Terre à Rio permit la création de la Convention-cadre des Nations unies sur les changement climatiques (CCNUCC) et notamment l'entrée en vigueur, le 21 mars 1994, d'une loi présentant la notion de responsabilités communes mais différenciées dans la lutte contre le changement climatique. Cette dernière énonce dans son principe 7 que *« les États doivent coopérer dans un esprit de partenariat mondial [...] Étant donné la diversité des rôles joués dans la dégradation*

de l'environnement mondial, les États ont des responsabilités communes mais différenciées... » (Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (art 4)). La Convention appelle chaque Etat à agir et à réduire ses émissions de GES, en appelant les pays développés à aider les pays en développement et pauvres.

Par ailleurs, à l'issu de la troisième Conférences des Parties (COP3) fut conclu l'accord du protocole de Kyoto, qui est le premier à contraindre les Etats à réduire leurs émissions de GES avec des engagements chiffrés et détermine des exigences d'actions pour chaque Etat membre relatives à ses capacités. Depuis, le 4ème rapport du GIEC illustre d'une part que l'augmentation de concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère résulte de l'activité humaine, et d'autre part que les GES influent sur le réchauffement de la surface de la terre. L'évolution et les impacts potentiels porteurs de vulnérabilités et de risques sont désormais prit sérieusement en compte par les citoyens ainsi que les sphères décisionnelles.

A l'échelle du territoire français, des programmes d'actions publiques prennent place au cours des années 2000-2010 tel que le plan climat national en 2004 déterminant la mise en œuvre des engagements fixés par le Protocole de Tokyo 9. En juillet 2011, le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), définit l'objectif d'adaptation signifiant son intégration dans les politiques publiques ainsi qu'une inclusion aux documents d'urbanisme.

Par la suite, lors de la COP21 à Paris le 12 Décembre 2015 les parties sont parvenues à un accord historique dans la lutte contre le changement climatique dit « Accord de Paris », signé le 22 Avril 2016 par 174 Etats ainsi que l'Union européenne. Ban Ki-Moon, le Secrétaire Général des Nations Unis, a déclaré qu'il s'agissait d'un moment historique, et ajouta que « *jamais auparavant un aussi grand nombre de pays n'avait signé un accord international en une seule journée* » (gouvernement français (2015)). S'appuyant sur la Convention et rassemblant pour la première fois toutes la nation autour d'une cause commune, l'Accord de Paris souhaite accélérer et intensifier les actions et les investissements nécessaires à un avenir durable à faible intensité de carbone. L'objectif principal de l'accord est de renforcer la lutte et l'adaptation au changement climatique en maintenant l'augmentation de la température mondiale à un niveau bien inférieur à 2°C par rapport aux niveaux préindustriels et de poursuivre les efforts pour limiter l'augmentation des températures à 1,5°C.

Suite à l'entrée en vigueur de l'Accord de Paris, la COP22 fut organisé en Novembre 2016 à Marrakech (Maroc). Le président Monsieur Salaheddine Mezouar voyait, en choisissant le Maroc comme hôte de l'évènement, une réelle opportunité afin de porter la voix des pays les plus vulnérables aux changement climatique. En 2015, le bassin méditerranéen fut placé au cœur de l'Agenda climatique international. D'une rive à l'autre différents évènements en faveur du changement climatique se sont organisés par la suite. La France et le Maroc ont accueilli les COP21 et 22.

De plus en juin 2015, la ville de Marseille a accueillis la MedCOP21 qui a abouti à la création d'un Groupe d'Experts sur les Changements Climatiques globaux en Méditerranée (MedECC) ; et Tanger la MedCOP Climat en Juillet 2016. La MedCOP a ainsi constitué une opportunité de rassembler l'ensemble des acteurs étatiques et non étatiques mobilisés sur la lutte contre le changement climatique afin de contribuer à la mise en place d'un Agenda de solutions. Ces grands rassemblements d'acteurs pour l'action sur le climat en Méditerranée ont renforcé le pouvoir d'action du territoire en débouchant sur des initiatives telles que la Maison méditerranéenne du Climat à Tanger dont les premières rencontres ont été organisées en Décembre 2017, ou encore les manifestions portée par la Région Sud « La Méditerranée du futur » qui représente désormais un rendez-vous incontournable pour le développement et la coopération en Méditerranée. Le but de ces coopérations est d'échanger sur les bonnes pratiques élaborées par des acteurs de toutes natures des deux rives afin de créer des opportunités de coopérations et de faire de l'ensemble du bassin méditerranéen un territoire homogène en terme d'adaptation au changement climatique.

Depuis la fin du XIXème siècle, la France est impliquée dans la lutte contre le changement climatique. Touchée par de nombreux éléments, dont la canicule de 2003 qui a fait un grand nombre de mort, le pays tend vers un développement de la prise en compte du climat. Le 8 Novembre 2019, la loi énergie climat inscrit l'objectif de neutralité carbone à 2050. Ce nouvel objectif implique une réduction conséquente de nos émissions de gaz à effet de serre (GES) et un renforcement des puits naturels de carbone. Pour se faire, les villes doivent réduire les émissions à la source (transports et bâtiments) afin de préserver les sols naturels qui participent à la séquestration du carbone. Ce nouveau défi s'appuie sur la mise en œuvre de l'objectif zéro artificialisation net exprimé par le plan biodiversité du gouvernement en 2018.

Le second défi est celui de l'adaptation des villes, en effet entre 1950 et 2015 plus d'un quart des villes françaises et les deux tiers de la population urbaine ont souffert des vagues de chaleurs, provoquant ainsi inconfort thermique et risque sanitaire élevé.
Afin de s'inscrire dans les ambitions gouvernementales en faveur du climat, la région Sud a intégré les objectifs du changement climatique dans son SRADDET. La métropole Aix Marseille-Provence a quant à elle réalisé son plan-climat-air-énergie (PCAET) afin d'appuyer sa politique environnementale d'adaptation et d'atténuation du changement climatique. L'inscription de cet outil au Grenelle de l'environnement accroît sa lisibilité. Cet outil de planification consacre une action spécifique à la réduction du phénomène d'îlot de chaleur urbain. De plus, Le PLU(i) du 19 Décembre 2019 de la métropole est également un document réglementaire de planification territoriale, clé de lutte contre les ICU. D'après le code de l'urbanisme, et l'article L101-2, le PLU(i) doit entreprendre « la lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ce changement ». En désignant les droits du sol sur chaque parcelle, qu'elle soit privée ou publique la métropole ambitionne de réduire la vulnérabilité de son territoire face à la surchauffe urbaine.

Au Maroc, la prise de conscience sur la thématique du réchauffement global s'est amorcée dans les années 1980/1990 et s'est accentué par l'Agenda International qui a imposé aux pays d'institutionnaliser des politiques publiques et des acteurs en charge du développement durable. Le Maroc a adopté dans sa stratégie de développement le concept de développement durable à la suite de la Charte Royale pour le Développement Durable de Mohamed VI lors de son discours du Trône du 30 Juillet 2009. Cette charte a pour objectif l'amélioration du cadre de vie des citoyens, le renforcement de la gestion durables des ressources naturelles et la promotion des activités économiques respectueuses de l'environnement. La concrétisation des engagements s'est traduite par l'intégration des principes de développement durable dans les stratégies sectorielles, et la mise en œuvre de la Stratégie de Mise à Niveau de l'Environnement (MANE) et de l'initiative de Développement Humain (INDH) ainsi que l'élaboration de plusieurs stratégies de protection de l'environnement. Les enjeux et problématiques liés à la résilience des villes arabes face au changement climatique prit de l'ampleur. En 2010, selon Pierre Arnaud Barthel[6] un glissement s'opéra résultant de la convergence entre développement

[6] Pierre-Arnaud Bathel - chef de projet au sein de la division Collectivités locales et développement urbain de l'AFD

durable et climat. La régionalisation annoncée par le projet de 2011, permit au Maroc de se doter d'un nouveau découpage territorial en 2015, en érigeant des régions en qualité de personne moral distincte de l'Etat et disposant d'un pouvoir réglementaire pour l'exercice de leurs fonctions. Ainsi le transfert de compétences édifiât des opérateurs locaux en charge des opérations environnementales. C'est ainsi qu'une multitude de travaux pour l'amélioration de l'environnement se déployèrent sur le territoire marocain, tel que le projet d'aménagement de la vallée de l'Oued Martil à Tétouan, ou encore, le premier projet d'Ecocité marocaine - Zenata – entre les villes de Casablanca et Rabat.

Nous pouvons constater une prise de conscience mondiale face au changement climatique, des politiques nationales et internationales ainsi que des outils reglementaires ont été mis en place afin d'adapter les villes au changement. Le pourtour méditerranéen conscient de sa vulnérabilité développe différentes stratégies de résiliences.

1.2.2. L'ADEME mobilisée face aux problématiques de surchauffe urbaine

Les villes qui sont de grandes consommatrices de ressources, d'énergie et de sols artificialisés, fortement émettrices de gaz à effet de serre, contribuent de manière importante au changement climatique. Le processus de croissance des métropoles ne semblant pas réversible à moyen terme, il importe de faire en sorte qu'à l'intérieur même des villes, et dans les liaisons avec leur périphérie, se structurent des logiques de développement durable qui limitent les impacts environnementaux du mode de vie urbain. C'est cette logique que désigne le concept de « ville durable ». Concevoir, développer et entretenir une « ville durable », c'est en faire un territoire propice à l'innovation environnementale, culturelle, sociale et économique, et ainsi favoriser la lutte contre le changement climatique.

Dans la partie précédente, nous avons pu constater que les agendas internationaux convergent depuis plusieurs années vers la nécessité de renforcer les politiques de développement urbain durable. Le Nouvel Agenda Urbain, adopté lors de la conférence Habitat III à Quito en 2016, englobe les enjeux sociaux, économiques, politiques et environnementaux à prendre en compte pour un développement urbain durable et résilient. L'Agenda 2030 pour le Développement Durable, adopté en septembre 2015, et notamment l'objectif de développement durable (ODD)

11 (villes et infrastructures résilientes) engage particulièrement les gouvernements à poursuivre l'effort pour des villes plus inclusives, sûres, résilientes et durables.

La transformation des infrastructures et des modes de vie nécessite de développer des stratégies intégratives pour répondre aux multiples enjeux d'urbanisation dans des contextes climatiques et géographiques variés. L'ADEME accompagne ainsi les collectivités, les acteurs privés et associatifs, et le grand public pour le développement durable des villes et territoires diversement urbanisés (zones denses des métropoles, zones rurales en périphérie, villes moyennes). Elle développe une expertise reconnue nationalement et internationalement dans le domaine de l'aménagement urbain durable, de la conception jusqu'à la réalisation, afin d'engager la transition énergétique, écologique et solidaire à l'échelle des territoires.
Dans le contexte de l'accord international sur le climat de 2015, l'articulation entre politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique et politiques territoriales et urbaines aux différentes échelles est primordiale. En effet, l'aménagement a un rôle majeur à jouer pour répondre aux enjeux climatiques et de gestion durable des ressources. L'Agence de la transition écologique est un acteur de référence pour l'expertise et la mise en œuvre des politiques publiques en matière d'adaptation au changement climatique. Elle est mobilisée sur ces sujets depuis plusieurs années et consolide sa vision et ses équipes en 2020 autour d'une nouvelle direction : Adaptation, Aménagement et Trajectoires bas carbone. En cohérence avec les stratégies « Recherche, développement, innovation » et « Urbanisme durable et adaptation au changement climatique », la direction poursuit son soutien pour l'enjeu de rafraichissement urbain. L'agence soutient les avancées scientifiques sur les dispositifs permettant de lutter contre la surchauffe urbaine par le financement d'états de l'art, de programmes de recherche et de thèses de doctorat dédiées au sujet. Dans le cadre de cette thématique grimpante, l'ADEME et l'Agence Française de Développement (AFD) ont collaboré sur les politiques climat menées à l'échelle de villes, et étendu leur collaboration à de nouvelles approches transversales de la ville durable. Le but de la collaboration étant de créer un effet de levier sur les programmes menés actuellement par les deux agences, et s'engager dans la création de ressources communes. Fin 2019, une co-analyse fut lancée sur le sujet du rafraichissement urbain à l'international. L'étude ambitionne de diffuser les bonnes pratiques de rafraichissement urbain, en présentant des projets exemplaires. Sur le plan méthodologique de l'étude, un état de l'art fut réalisé et permis d'ériger les quatre leviers de rafraichissement urbain : la végétalisation et

les sols naturels, l'albédos et les matériaux, la ventilation naturelle et la morphologie urbaine que nous détaillerons dans la sous partie suivante. A la suite, une importante phase de recherche et de prise de contact a permis de sélectionner les territoires et les projets qualifiés d'exemplaire. L'AFD a alors fait part de son intérêt pour les villes de la rive Sud de la Méditerranée. Sur ce territoire spécifique où se cristallise un grand nombre de problématiques liées au changement climatique peu de projets sont cités en terme d'exemplarité ; contrairement à l'Europe ou la Chine avec l'exemple des villes éponges. Pour mieux comprendre les spécificités urbaines et climatiques du territoire méditerranéen un entretien fut réalisé avec Philippe Rossello du GREC PACA. Cet expert sur le climat en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur nous informa de l'importance de la prise en compte du climat et du changement climatique sur le territoire méditerranéen. « En région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, près de 9 habitants sur 10 résident dans les aires urbaines qui se concentrent essentiellement sur le littoral » face à l'urbanisation et la densification des espaces littoraux les citoyens sont de plus en plus touchés par le phénomène d'ilot de chaleur urbain. Selon Philippe Rossello, différents projets d'aménagement tentent de faire face à ces problématiques sur la région, tel que le projet de renaturation du Boulevard Aubanel sur la commune de Miramas qui ambitionne de désartificialiser ses sols, ou bien le projet d'envergure Euroméditerranée sur le territoire Marseillais. Afin de répondre à la problématique énoncée dans l'introduction, différentes prises de contact furent réalisées avec des aménageurs et des collectivités en charge des projets sélectionnés. Une grille d'analyse fut créée selon différents critères, tel que les critères de choix et le caractère exemplaires de chacun (concours/trophée gagné dans la catégorie, communication dans les médias, enquêtes auprès des usagers) et le facteur de réplicabilité allant de 1 à 3. Les initiatives identifiées ont été par la suite compilées dans un fichier Excel (grille d'analyse), sous la base de données permettant une analyse et une sélection rapide.

Dans le cadre de ce présent travail de mémoire, et dans le but de répondre à la problématique énoncée en amont, l'Ecocité Marseillaise Euroméditerranée et l'Ecocite de Zenata au Maroc ont été sélectionné comme territoires d'étude. Ces deux projets en phase de conception ont été choisi tout d'abord en raison des leviers de rafraichissement urbain déployé, ainsi que de leur géolocalisation sur le pourtour méditerranéen, et enfin par leur démarche d'Ecocité. Bien que ne disposant pas encore d'une période de retour suffisante pour l'évaluation des projets, nous essaierons de démontrer à travers ce travail de mémoire la sensibilisation grandissante du côté

des aménageurs face au phénomène d'ICU. Sensibilisation qui permet dès aujourd'hui d'ajuster les objectifs initiaux et des consolider les principes fondamentaux de la démarche d'Ecocité.

1.2.3. Les solutions les plus adaptées au rafraichissement urbain

Le rafraichissement urbain et le confort thermique d'été sont des questions primordiales au niveau de la conception des villes, des bâtiments, de la rénovation. Suite aux différentes demandes à ce sujet des collectivités et entreprises, les recherches ont permis d'identifier des solutions dans la conception urbanistique de la ville. Dans cette sous partie nous présenterons les différents leviers du rafraichissement urbain.

Tout d'abord, la valorisation et la création d'espaces de nature en ville représentent des leviers du rafraichissement urbain**.** En effet, les espaces végétalisés créent des zones d'ombre et augmentent l'humidité relative de l'air grâce au phénomène d'évapotranspiration, ils permettent également dans une moindre mesure de réfléchir les rayons du soleil. Ces phénomènes engendrent ainsi une baisse de température et une augmentation du taux d'humidité de l'air. La végétalisation des villes est présentée comme une stratégie d'adaptation au changement climatique «sans regret» (Mills, 1991) aux bénéfices multiples pour l'environnement et la société (Musy, 2014). Ainsi, la réintroduction d'espaces naturels et plus largement de la nature en ville est une des solutions les plus efficaces pour lutter contre le phénomène d'îlots de chaleur urbains, d'autant plus lorsque la forme urbaine et l'orientation des rues ne peuvent être changées.

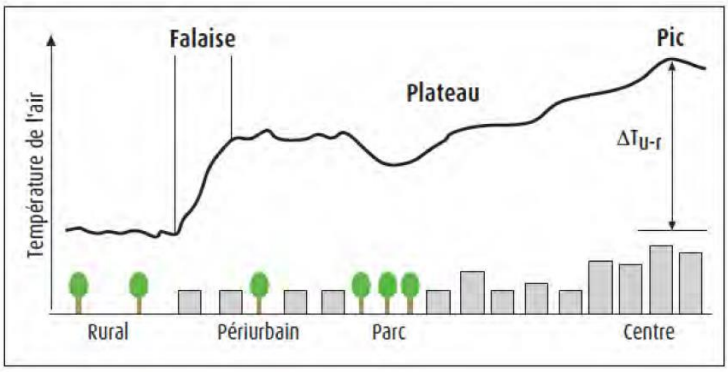


Figure 6 Profil théorique de la température de l'air près de la surface, le long d'une coupe transversale d'une zone urbanisée (depuis les zones rurales jusqu'au centre-ville) ; Source : dans Grégoire Pigeon, Aude Lemonsu et al. (2008), adapté de T. Oke (1987).

D'après la figure 1 les zones rurales sont plus fraiches que les centres-villes. Les plantation d'arbres alignés ou bien isolés, les espaces végétalisés, les parcs urbains et les zones rurales participent à la réduction de l'intensité des îlots de chaleur en apportant ombre et fraicheur. En opposition, l'îlot de chaleur urbain s'observe en particulier dans les centres-villes, où les matériaux de construction et de revêtement de sol (béton, asphalte) restituent la chaleur accumulée pendant la journée. Les façades des immeubles participent également aux pics de température en contribuant aux échanges de rayonnement, tout comme les rues canyons. La conception des villes est considérée comme l'une des premières causes anthropiques du changement climatique (Egli, 1951).

Durant la campagne de mesure CAPITOUL réalisée à Toulouse (France) en 2005 (V. Masson, Gomes et al., 2008) ont été relevées des différences de températures potentielles variant autour de 4°C la nuit, entre un quartier urbain dense et une zone péri-urbaine. Malgré de faibles différences le jour, l'écart s'amplifie après le coucher du soleil jusqu'à l'aube. En effet, les couverts naturels stockent moins de chaleur le jour et refroidissent plus vite que les surfaces urbaines la nuit.

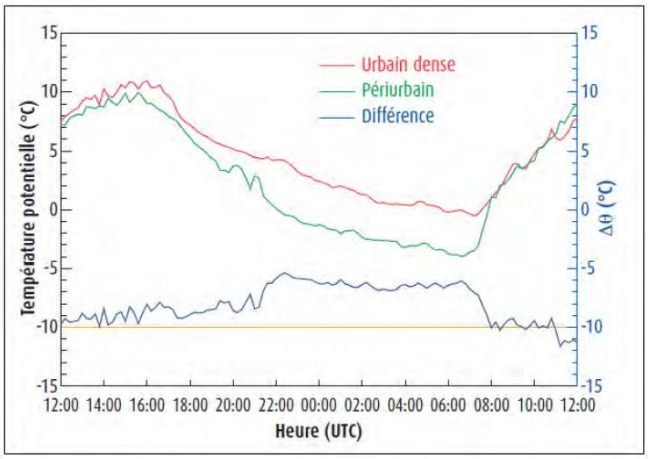


Figure 7 Évolution journalière de la température de l'air mesurée dans le centre-ville de Toulouse et dans une zone péri-urbaine lors de la campagne de terrain CAPITOUL; Source: Grégoire Pigeon, Aude Lemonsu et al., 2008

La présence du végétal en milieu urbain est donc essentielle pour le rafraichissement des villes car elle permet de limiter la température et donc l'effet d'îlot de chaleur urbain. Néanmoins, la végétalisation repose sur la présence d'eau et de plusieurs paramètres. L'évapotranspiration implique un sol naturel qui a la capacité d'absorber l'eau et de la stocker afin d'avoir un apport suffisant pour pouvoir la restituer par la suite. De plus, l'efficacité du phénomène dépend de l'essence du végétal. Certaines espèces résistantes à la sécheresse transpirent peu et seront moins efficaces, mais contribueront tout de même au rafraichissement via l'ombrage, essentiel pour le confort thermique en période estivale.

Un autre levier du rafraichissement urbain développé par certaines villes pour se prémunir contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain est la gestion de l'eau. Selon la littérature scientifique, l'impact de l'eau sur le climat urbain résulte de deux phénomènes, l'évaporation de l'eau ou évapotranspiration, qui se définit comme la quantité d'eau évaporée par le sol, les nappes liquides, et transpirée par les plantes ; et le rafraichissement de l'air au contact de l'eau. Des sources d'eau isolées, comme les fontaines, ont un effet ponctuel sur le refroidissement de l'air. La présence de grands jets d'eau permet de provoquer des effets d'humidification et de refroidissement notables (Benzerzour, 2004). En ce qui concerne les étendues d'eau importantes comme les rivières, les fleuves ou les mers, celles-ci peuvent influer de façon notable non seulement sur leur environnement immédiat (comme pour les surfaces d'eau ponctuelles) mais aussi sur l'ensemble des composantes du climat local. Par son inertie thermique élevée, l'eau atténue les fluctuations de température en retirant la chaleur à l'air (chaleur sensible) pour passer à l'état vapeur (chaleur latente), et réduit ainsi la température ambiante. La gestion de l'eau représente ainsi, un moyen important de rafraichissement urbain. Les pratiques suivantes démontrent une corrélation entre l'eau et l'atténuation des îlots de chaleur urbains. En milieu urbain, les sols bénéficiant de la présence d'eau sont plus frais que les sols secs. En effet, grâce à l'évapotranspiration, les sols humides ont des capacités de rafraichissement semblables à de la végétation. De plus, les étendues d'eau permettent de créer des microclimats et d'atténuer les variations de températures.

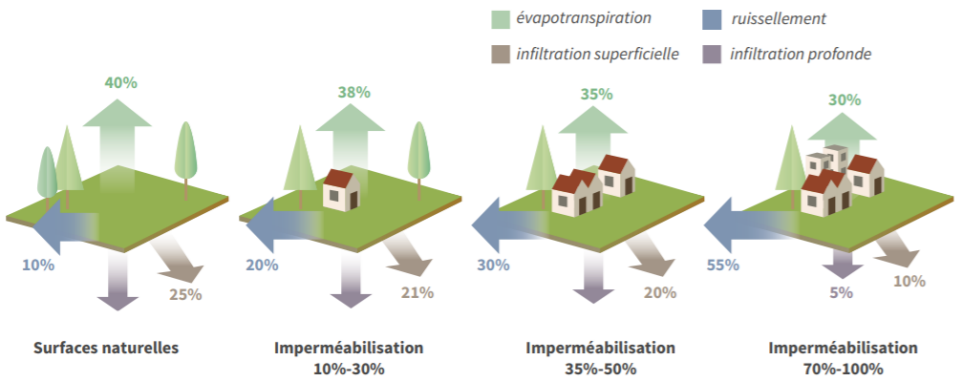


Figure 8 Importance relative de l'infiltration, du ruissellement et de l'évapotranspiration selon l'occupation du sol et le taux d'imperméabilisation; Source: Livingston, McCarron, 1992

En lien étroit avec la végétalisation, la gestion des eaux pluviales est un moyen important de lutte contre l'effet d'îlot de chaleur urbain.

La ventilation naturelle représente également une solution de rafraichissement urbain. Le vent naturel est un paramètre principal du microclimat des villes. En milieu urbain, la ventilation naturelle est fortement perturbée par les bâtiments qui font obstacle aux flux d'air. L'écoulement du vent interagit avec la morphologie urbaine, perturbant ainsi son mouvement. Afin de réduire le phénomène d'îlot de chaleur urbain, l'étude de la morphologie urbaine et de la ventilation naturelle permet d'atteindre un niveau de confort acceptable pour les usagers. La morphologie urbaine est l'étude des formes urbaines. La forme urbaine est définie comme une partie du territoire urbain, identifiée globalement, correspondant à une zone homogène du point de vue morphologique (Lynch, 1999). Pour Rémy Allain docteur en urbanisme et aménagement, « *la morphologie urbaine est l'étude de la forme physique de la ville, de la constitution progressive de son tissu urbain et des rapports réciproques des éléments de ce tissu qui définissent des combinaisons particulières, des figures urbaines* » (Alain, 2004). Selon les différents effets aérodynamiques dans le milieu urbain, la notion de confort thermique varie. L'ambiance thermique est significativement déterminée par les éléments du microclimat. En dehors de ces conditions microclimatiques, il existe certains facteurs physiologiques qui jouent également un rôle important sur le confort des individus en extérieur. En effet, une approche uniquement quantitative est insuffisante pour décrire les conditions de confort à l'extérieur. L'adaptabilité psychologique, dépendante du temps de l'exposition, des espérances et du control personnel, a un impact important sur l´évaluation de sensation thermique. Comprendre

la manière dont ces notions interagissent peut être une aide à la conception de la planification et des formes du milieu urbain (Nikolopoulou, 2003).

Le dernier levier de rafraichissement urbain repose sur le choix des matériaux et leur albédo. La conception des villes intègre souvent le choix de matériaux artificiels à fort potentiel de captation de la chaleur. Ces matériaux modifient l'équilibre climatique de la ville en générant un phénomène d'îlot de chaleur urbain. L'albédo dépend à la fois des propriétés physiques du milieu considéré et des caractéristiques du rayonnement incident (Dumont, 2010). Selon Actu environnement, l'albédo permet de réfléchir une partie du rayonnement solaire qui arrive au niveau du sol. Il dépend ainsi de la couleur et de la matière de la surface concernée. C'est ce phénomène qui permet d'expliquer en partie les basses températures des régions polaires. Ainsi, il est possible de rafraîchir les villes en agissant sur la texture urbaine pour finalement la faire évoluer vers des concepts bioclimatiques. En effet, les textures des villes ont évolué depuis le XXIème siècle. Les villes d'aujourd'hui possèdent des revêtements d'asphalte sombre principalement du fait de l'augmentation de la place de la voiture. L'augmentation de la chaleur anthropique, dont la chaleur émise par les véhicules, est un facteur contribuant à l'accroissement des températures notamment dans les milieux urbains denses où les activités se concentrent.

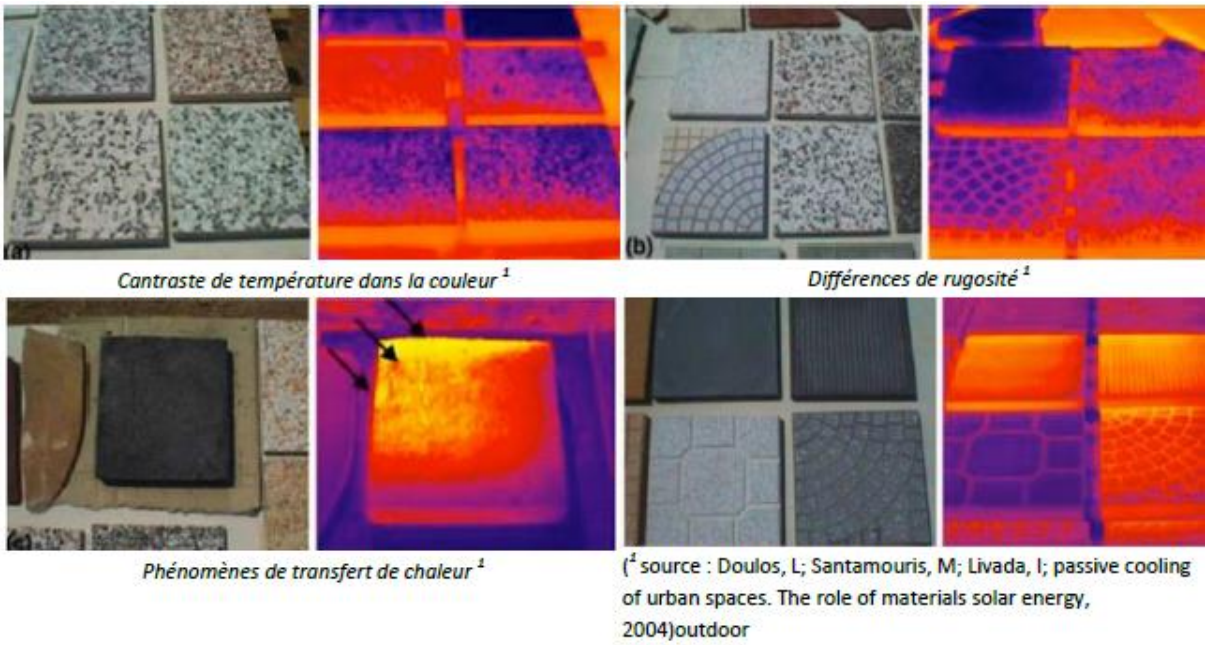


Figure 9 Réflexibilité des matériaux; Source : Octobre 2012 / Guide de recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain / I CARE / ALTO STEP / ALTO Ingénierie / p35

Les surfaces de stationnement, les chaussées, les matériaux imperméables constituant l'espace public, et enfin les toitures, sont les premières cibles pour un choix de matériaux raisonné. Plus ces matériaux ont une réflectivité (albédo) et une émissivité élevée, moins ils emmagasinent de la chaleur et participent au réchauffement de l'espace urbain.
Au travers de la littérature scientifique nous avons pu définir et présenter les différents leviers du rafraichissement urbain.

Les expérimentations en termes de rafraichissement urbain se multiplies à l'échelle internationale, faisant du sujet un nouvel objectif d'adaptation au changement climatique. Malgré des avancées opérationnelles notables, les leviers du rafraichissement urbain ne sont pas tous transposables sur le pourtour méditerranéen et génère un certain nombre de questionnements.

Pour conclure cette première partie, nous pouvons affirmer que le territoire méditerranéen cristallise un ensemble de vulnérabilités liées au réchauffement climatique. Suite à une prise de conscience, des institutions internationales et nationales ainsi que des aménageurs, quant à la problématique du réchauffement global et à la reconnaissance d'une responsabilité anthropique dans le phénomène, l'impératif de rafraichissement urbain s'est progressivement inscrit au cœur des enjeux urbains. La communauté scientifique et les agences se sont ainsi saisit du sujet, afin de proposer grâce à une pluridisciplinarité de savoirs des solutions pour l'aménagement. Dans la deuxième partie, nous analyserons le nouvel objectif de rafraichissement urbain dans les deux Ecocités méditerranéennes, l'Ecocité Euroméditerranéenne de Marseille en France ainsi que l'Ecocité de Zenata au Maroc.

2. Deuxième partie : Les Ecocités méditerranéennes, des laboratoires d'expérimentations

Le développement durable, l'adaptation au changement climatique et de façon sous-jacente la lutte contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain représente aujourd'hui des objectifs internationaux. Par sa géolocalisation et ses spécificités le pourtour méditerranéen représente un territoire enclin aux variations climatique. Ce territoire subit depuis plusieurs années un fort

étalement urbain, accroissant les sources de chaleurs anthropiques et par conséquent le phénomène d'îlot de chaleur urbain. Historiquement, la ville méditerranéenne s'est construite en rapport à son climat. Malgré ses savoirs faires ancestraux, les villes méditerranéennes semblent en perte de reflexes bioclimatiques. L'impératif de la ville durable de la communauté internationale, à provoquer sur les rives méditerranéennes des initiatives de projets toujours plus « vert ».

2.1. Le rafraichissement urbain en Méditerranée, un savoir-faire ancestral comme nouvel objectif de la ville durable

Pendant longtemps les hommes, à travers leurs modes de vies, ont su, au-delà de la démarche du constructeur s'adapter et adapter leurs habitats au climat. L'évolution rapide du chauffage et de la climatisation à fait oublier aux populations méditerranéennes le rôle important des savoirs faires ancestraux de rafraichissement urbain. Désormais, l'intervention sur le confort thermique se limite à un simple réglage de thermostat. Lors d'un entretien, Philippe MASSET directeur adjoint de la Direction Europe et International de l'ADEME nous a confié une demande de la part des pays de la rive Sud, de solution de rafraichissement urbain afin de palier à l'achat massif de climatiseurs, qui participent de façon conséquente aux émissions de GES. Face aux enjeux de la transition énergétique, les villes méditerranéennes doivent redécouvrir des méthodes de rafraichissement urbain, à travers la conception d'îlots, de quartiers et plus particulièrement des villes en liaison avec les modes de vie des habitants.

2.1.1. Les villes méditerranéennes se sont pensées et construites avec les spécificités climatiques des territoires

La conjecture selon laquelle historiquement les habitants de la méditerranée à travers une perception intuitive du climat ont su apporté des réponses ingénieuses aux lieux d'habitation, fut initié dans le cadre de notre déplacement sur Tétouan. Le workshop a été l'occasion de s'interroger sur la conception de la ville méditerranéenne.

La construction traditionnelle de la Médina présente des caractéristiques architecturales lui permettant de se protéger naturellement du climat. La Médina est le mot arabe pour « la ville ». Cette ville traditionnelle du Maghreb se caractérise par un bâti de couleur claire, principalement piéton, qui englobe les principaux usages de la ville. Cette couleur permet ainsi de lutter contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain, en effet les façades blanches largement répandues sur le pourtour méditerranéen ont la capacité de réfléchir les rayons du soleil plutôt que de les absorber. Ce procédé rend ainsi le confort thermique de la ville appréciable.

Figure 10 Photographie de la Médina de Tétouan, Maroc; Source: Lisa Salvati, 2019

Par ailleurs, dès sa conception le bâti vernaculaire de la Médina intègre le climat. L'architecture vernaculaire permet d'éviter le recours à des techniques artificielles de climatisation, et ainsi, de réduire en grande partie les émissions de CO^2 des logements. Malgré une faible part accordée à la végétation, cette forme d'urbanisme comporte de nombreux concepts bioclimatiques[7], et représente de ce fait un levier de rafraichissement urbain. De plus la ville est dense, les habitations introverties et compactes permettent aux habitant de conserver la fraicheur au cœur

[7] Le bio climatisme est une démarche qui tend à prendre en compte les exigences d'économies d'énergie et de confort thermique dans la conception même du bâtiment.

des îlots. En effet, les patios et les cours intérieures assurent la circulation de l'air, tandis que la présence de sources d'humidité telles que les fontaines ou les végétaux permettent d'abaisser la température par le phénomène d'évapotranspiration. La forte inertie des bâtiments traditionnels de par leurs structures lourdes et leurs matériaux adaptés (pierre, brique, terre) permettent également d'atténuer les variations de températures à l'intérieur du bâtiment. La faible présence voire l'inexistence de la voiture limite également l'accroissement de la chaleur anthropique. C'est ainsi, que l'urbanisme de la médina permet ainsi de créer différentes zones fraîches dans la ville.

Figure 11 Photographie de la ville de Tanger; Source: Ouissame El Asri, 2019

Au-delà de la Médina, l'ingénierie des villes du monde arabe englobent plusieurs ingrédients de durabilité. Dans les quartiers des grandes villes la trame urbaine est intéressante. Qu'ils soient formels ou informels, les quartiers bénéficient d'une trame ombragée, composée de venelles faisant place à des circulations piétonnes. L'ensoleillement contré par l'étroitesse des ruelles permet d'avoir une trame urbaine rafraichie. On retrouve également dans ces quartiers une mixité d'emplois, de résidences et d'espaces publics. En grande majorité ces espaces sont accessibles par mobilité artisanale, ou bien reliée en périphérie aux axes routiers (bus, taxis).

Conscient des aspects de durabilité de ces quartiers, plusieurs agences telles que l'AFD financent des projets d'améliorations des quartiers informels.

Figure 12 Ensemble de photographies de la ville de Tanger; Source: Ouissame El Asri, 201

Ces dernières années plusieurs architectes se sont inspirés des savoirs faires ancestraux méditerranéens afin de proposer des projets répondant à l'objectif de rafraichissement urbain. Pour exemple, en Egypte le projet Haram City s'est inspiré de l'architecture traditionnelle égyptienne désertique afin d'améliorer le confort thermique de ses futurs habitants.

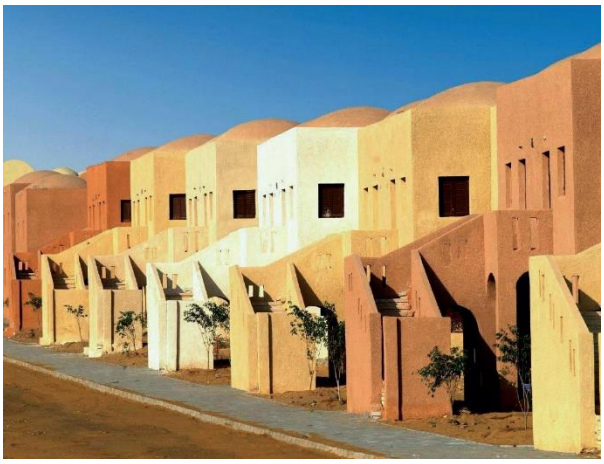


Figure 13 Projet Haram City; Source: ORASCOM

Pour se faire, et afin d'éviter l'utilisation de climatiseurs, des dômes ont été construits afin de créer une climatisation naturelle. Le procédé architectural de voûte nubienne contribue à la fois à l'adaptation du secteur du bâtiment en utilisant des matériaux à faible couts et locaux, avec un outillage de base et des compétences simples ; et dans un second temps à l'adaptation aux impacts des changements climatiques et l'atténuation de ces changements. Le procédé architectural intègre d'importantes épaisseurs de parois en terre crue afin d'accroitre l'inertie des logements.

La méthode permet de conserver une température interne fraiche, malgré des variations externes ; comme le démontre la figure ci-dessous.

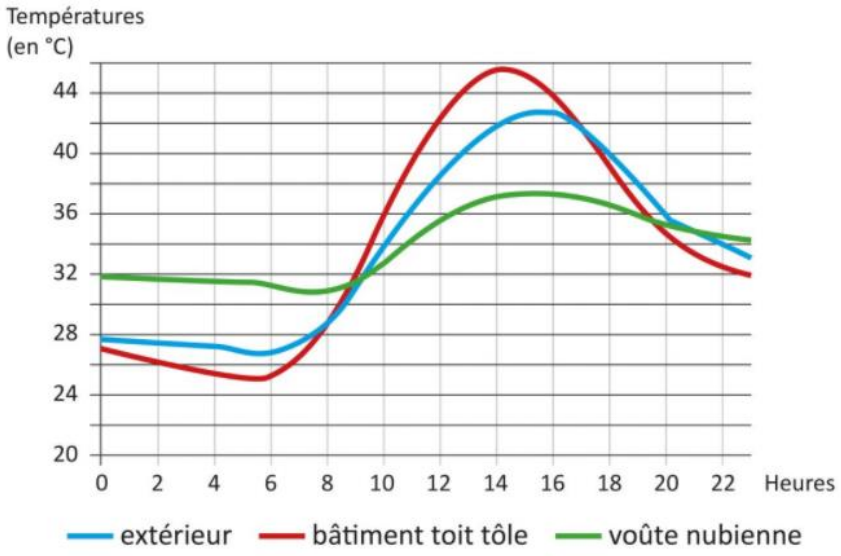


Figure 14 Profil journaliser des températures à Ngueye Gueye, Sénégal, Mars 2015; Source : AVN, 2015 « Promotion des pratiques de Gestion Durable des Terres pour restaurer et améliorer les stocks de carbone grâce à l'adoption d'initiatives d'habitat vert en milie

Ainsi, le procédé architectural de voute nubienne offrira un plus grand confort thermique à ses usagers.

Sur la rive Nord, de bonnes pratiques de rafraichissement sont également à véhiculer. Le traversant marseillais, est un appartement possédant une double aération. Le logement est ainsi baigné de lumière et rafraichit par la création d'un mouvement naturel de l'air.

Par ailleurs, la rive nord du Vieux Port de Marseille est le plus ancien site d'implantation de la ville. La trame urbaine du quartier du Panier démontre l'intérêt des premiers aménageurs pour la ventilation naturelle. En effet, la morphologie urbaine du quartier permet de capter les brises marines afin de les restituer dans l'ensemble des rues, et permettre ainsi le rafraichissement.

Ces différentes méthodes d'aménagement méditerranéens démontrent une prise en compte ancestrale du climat dans la construction de la ville. De nos jours, il serait intéressant de s'inspirer de ces bonnes pratiques afin de lutter contre le phénomène d'ilot de chaleur urbain.

2.1.2. Le nouvel objectif de rafraichissement urbain pour une ville méditerranéenne durable

Face au constat que la croissance de la population urbaine, au cours des dernières décennies, constitue à la fois un facteur majeur de dynamisme économique et un risque environnemental les villes méditerranéennes se sont questionnées sur la création d'un modèle de développement urbain durable. Ainsi, dans plusieurs pays de la Méditerranée les interventions publiques pour le développement urbain durable se sont souvent structurées en fonction de l'agenda environnemental international. Dans ce contexte, la recherche d'un modèle de ville durable méditerranéenne fit émerger la démarche de l'Ecocité. Les projets Ecocité ont pour ambition de faire émerger l'identification d'une grande diversité de stratégies territoriales innovantes, pour en favoriser la diffusion et en valoriser les résultats.

Sur le bassin méditerranéen, deux démarches d'Ecocité sont apparues ces dernières années. Dans un premier temps, Euroméditerranée dans le sud de la France qui ambitionne de devenir la ville durable méditerranéenne de demain, puis l'Ecocité de Zenata au Maroc la première Ecocité africaine labellisée. Ces deux projets, innovants dans leur conception et dans leurs ambitions, représentent un potentiel cadre de référence pour un urbanisme durable adaptable aux villes méditerranéennes.

La démarche Ecocité en France fut lancé par l'Etat en 2009, afin de créer un modèle pour un développement urbain durable. Le cadre de la démarche conduisait les territoires à anticiper la transition écologique des espaces métropolitains au bénéfice des populations et de l'environnement. C'est ainsi que l'opération d'aménagement Euroméditerranée répondit à l'appel à projet national, avec l'ambition de se positionner comme un territoire test et de « *créer un laboratoire d'expériences sur les spécificités de la ville méditerranéenne* » nous affirma Jean-Christophe Daragon – Chargé innovation de l'opération. Historiquement, l'opération d'aménagement Euroméditerranée fut créée en 1995 par l'État et les collectivités territoriales avec le triple objectif de requalifier un territoire urbain paupérisé, d'y imprimer un nouveau mode de développement économique et de lancer sur cet espace des opérations structurantes susceptibles de renforcer la dimension métropolitaine de Marseille. Aujourd'hui, l'opération marseillaise a pour but de positionner la ville comme « la grande métropole euroméditerranéenne ». C'est ainsi, que durant l'année 2009 l'opération obtenue la

labélisation Ecocité pour 170 hectares du périmètre Euroméditerranée II. A l'horizon 2030, le projet ambitionne la création d'une ville durable, intégrant 14 000 logements bioclimatiques pour 30 000 habitants ainsi que des équipements publics, des bureaux et des commerces. Le projet est chiffré à 4 milliard d'euros dont 1 milliard de fonds publics. La labélisation Ecocité, confirme l'ambition de l'opération de poursuivre et de consolider la démarche d'expérimentation d'un développement durable adapté au contexte du pourtour méditerranéen. Le chargé innovation de l'opération, sensible à l'impact environnemental de l'opération nous confia que lors du lancement de la démarché Ecocité, la « SMARTCITY » ou « ville intelligente » connaissait un succès mondial. Conscient que l'impact du numérique était préoccupant en matière d'émission de GES, l'opération s'orienta vers une démarche plus durable et respectueuse de son environnement, une démarche « Easy Tech from Low cost » adaptée à sa population. De cette manière, l'opération d'aménagement Euroméditerranée constitue et constituera un véritable laboratoire d'expérimentation en accord avec ses spécificités climatiques et sa population.

La ville de Marseille est une zone urbaine dense, d'un million d'habitant dans un contexte météorologique complexe, ainsi les ambitions de l'opération Ecocité représentent un défi scientifique et technique.

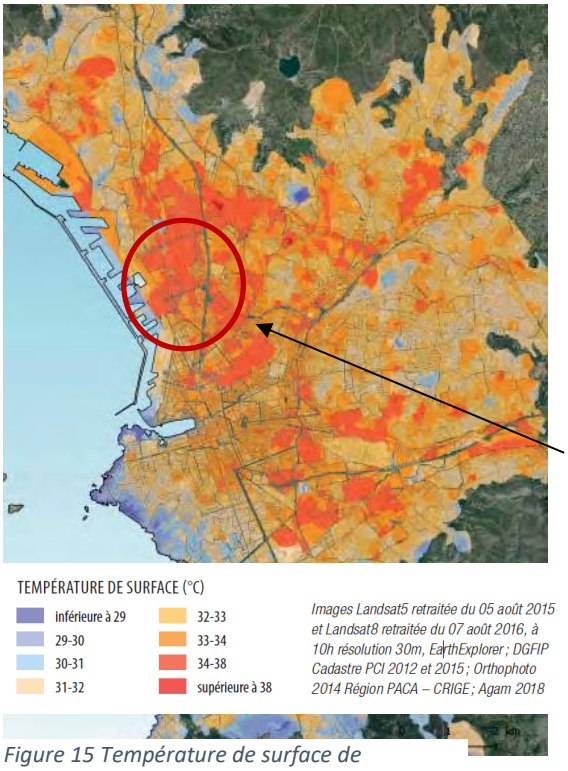


Figure 15 Température de surface de l'agglomération Marseille; Source: Agam REGARDS-ENVIRONNEMENT, Juillet 2018 - n°75

En effet, la ville combine plusieurs facteurs exacerbant l'effet d'ICU. Les images satellites nous renseignent sur l'occupation des sols de la ville, et démontrent que la minéralisation et l'imperméabilisation des sols génèrent d'importantes températures de surfaces.

Nous pouvons constater sur le périmètre de l'Ecocité des températures de surfaces élevées avoisinant les 38°C. Le projet prévoit une réduction des températures grâce aux futures opérations.

Le site pionner de la démarche Ecocité est le projet expérimental de l'îlot Allar. L'ouvrage ambitionne de concevoir et de mettre un œuvre un espace adapté aux contexte climatiques, en élaborant des solutions de dispositions vertueuses dans l'intention de répondre à la problématique d'ICU.

Figure 16 Projection du projet expérimental de l'Îlot Allar; Source: https://www.euromediterranee.fr/

Afin de rafraichir l'îlot la trame urbaine est orientée de façon à capter les brises marines pour ventiler naturellement le cœur d'îlot ainsi que les rues tout en les protégeant du mistral. Une grande part du projet sera végétalisée, par la création de cœur jardins, de façades et de toitures végétales afin de garantir le rafraichissement du site.

L'approche innovante en matière de rafraichissement urbain s'appuiera également sur la création du parc des Aygaldes, qui est actuellement en cour d'aménagement et qui aboutira à l'horizon 2025 à la réouverture du vallon d'un fleuve côtier.

Aux vues du caractère innovant et des défis de l'opération d'aménagement, Météo-France et l'EPAEM (Etablissement Public Euroméditerranée) ont convenu de l'opportunité d'une action partenariale pour évaluer l'impact de l'implantation du parc des Aygalades de 15 hectares projetés afin de diminuer les effets d'îlots de chaleurs urbain.

L'étude d'impact météorologique fut ainsi réalisée afin d'avoir une idée de l'impact du projet d'aménagement en période de canicule en choisissant un panel de quelques jours représentatifs de conditions météorologiques particulièrement chaudes sur la région marseillaise. La volonté de l'étude est de développer un modèle de ville durable méditerranéenne. Cette ambition passe nécessairement par l'amélioration de la performance environnementale du projet urbain et notamment l'évaluation de son impact sur le climat.

On constate sur les cartes ci-dessous une baisse de température la nuit. En effet, le 11 août à 22 heures locales les températures avoisinent les 30°C, tandis que le 12 août à 4 heures locales les températures oscillent autour de 26°C soit 4 degrés de moins.

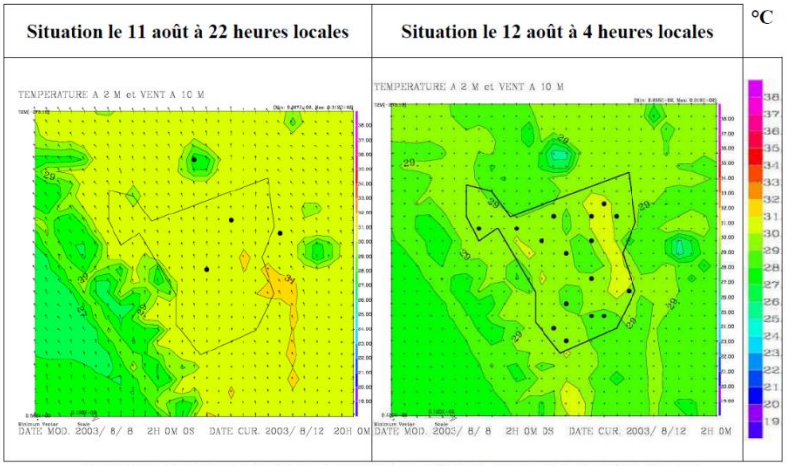


Figure 12 : Cartes des températures / vent le 11 août à 22 heures et le 12 août à 4 heures

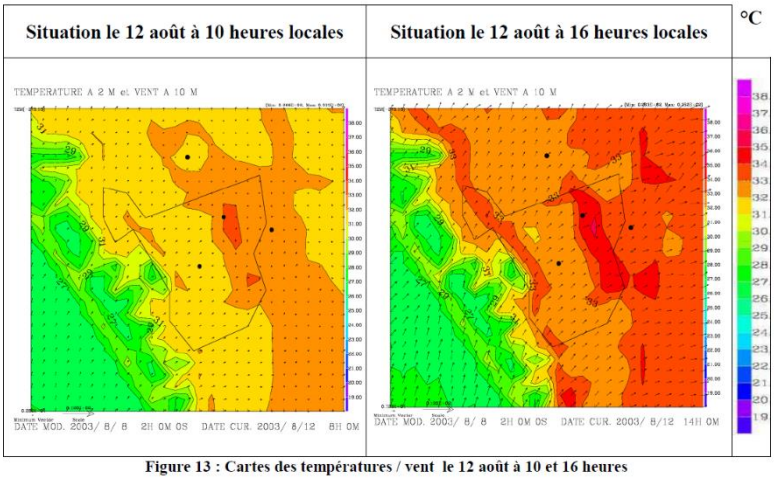


Figure 13 : Cartes des températures / vent le 12 août à 10 et 16 heures

Figure 17 illustration de l'évolution de la température à 2 mètres et du vent à 10 mètres entre le 11 août à 22 heures locales et le 12 août à 16 heures locales. Source : rapport d'étude d'impact météorologique de l'aménagement Euroméditerranée 2 en période de canicules réalisée par Méteo-France et l'EPAEM, 2013

Les cartes de température du 12 août à 10 heures et 16 heures locales démontrent l'influence de la chaleur anthropique liée à l'activité industrielle, les transports et la climatisation sur le site Euroméditerranée. De ce fait, les températures varient au cours de la journée de 33 à 36°C.

Grâce à la réalisation d'un parc urbain métropolitain de grande envergure, l'opération ambitionne de créer une coulée verte structurante du nord au sud du périmètre Euromediterranée II. Marqué par son passé industriel, le site est aujourd'hui fortement dégradé et soumis aux risques d'inondations torrentielles provoquées par le ruisseau des Aygalades dont il occupe le lit. Le Parc des Aygalades aura également la fonction d'ouvrage de régulation

hydraulique de grande capacité en cas de crue grâce à la réouverture du ruisseau des Aygalades et la désimperméabilisation de ses sols. Le projet constituera à terme une trame verte et bleue depuis les massifs de l'Etoile jusqu'au bord de la Méditerranée, recréant ainsi des continuités écologiques et biologique. Par sa végétation et son ruisseau, le parc contribuera significativement à la réduction du phénomène d'îlot de chaleur urbain très présent sur le site.

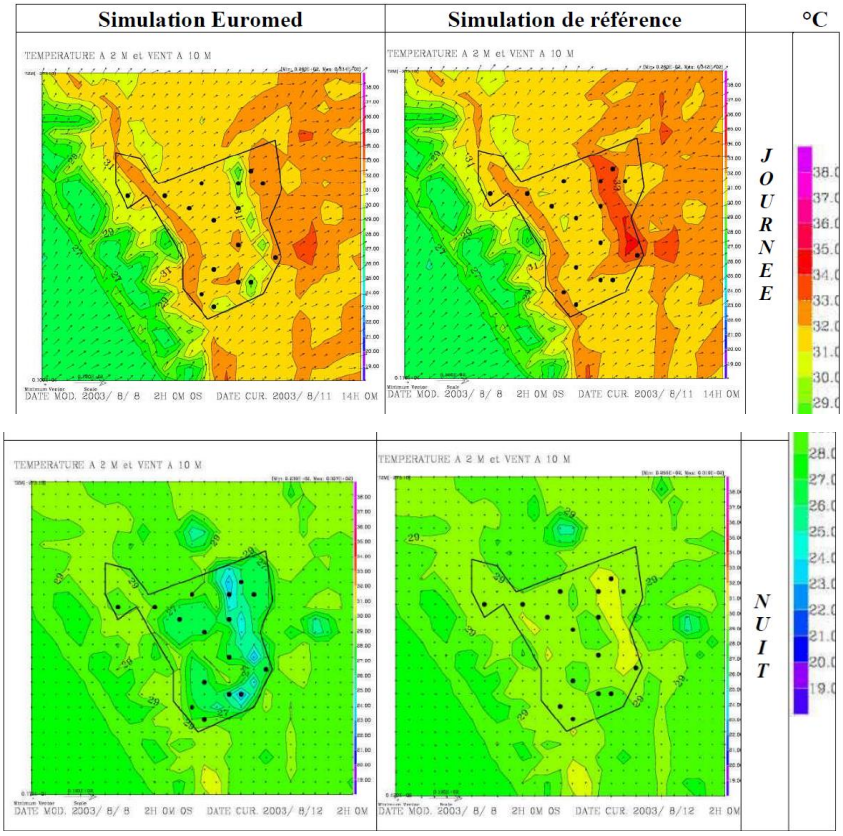


Figure 18Comparaison des températures entre la situation actuelle du site et la situation avec le projet Euroméditerranée. Source : rapport d'étude d'impact météorologique de l'aménagement Euroméditerranée 2 en période de canicule réalisée par Météo-France et l'EPAEM

La comparaison entre la situation actuelle et le scénario d'aménagement Euroméditerranée permet de constater l'apport de fraicheur du parc des Aygalades. En effet, nous pouvons constater sur les cartes « simulation Euromed » que la trace du parc dans l'aménagement est très nette. La requalification de l'espace permet de réduire de 3 à 4 degrés dans la journée et de

5 à 6 degrés la nuit la situation de référence. L'étude démontre que l'impact du Parc des Aygalades permet, grâce à la végétation et la réouverture du ruisseau, de réduire la température sur le périmètre Euroméditerranée II et ses abords.

Les modélisations climatiques ont permis de constater un refroidissement plus important dans les autres zones du quartier, notamment pour les espaces à dominante « habitat ».

	Parc	Habitation proche du parc	Habitation
Impact global	-4,1°	-1,9°	-1,1°
Impact maximal	-6,6°	-4,3°	-4,4°
Impact minimum	-3,2°	-0,3°	-0,4°

Tableau 1 Impact de l'aménagement sur la ville actuelle ; Source : rapport d'étude d'impact météorologique de l'aménagement Euroméditerranée 2 en période de canicule réalisée par Météo-France et l'EPAEM

L'opération de végétalisation et de réouverture du ruisseau des Aygalades permettra au projet d'obtenir un phénomène de rafraichissement urbain sur 54 ha, ce qui représentera environ 30% de la surface globale de l'aménagement Euroméditerranée II.

Figure 19 Zone d'influence du parc des Aygalades; Source: Etude d'impact météorologique de l'aménagement Euromed 2 en période de canicule, Météo-France et l'EPAM, 2013

Dans le but d'obtenir un espace urbain rafraichit, l'opération à analyser la morphologie urbaine et la ventilation naturelle du site afin de chasser l'air chaud du site, et de le remplacer par un air plus frais, notamment grâce au mistral.

Ainsi le projet d'Ecocité Eurdoméditerranée démontre son intérêt pour le rafraichissement au travers de ses opérations, mais également par l'étude d'impact météorologique réalisée par Météo-France et l'EAPEM, qui nous permet d'affirmer le potentiel rafraichissant du projet de Parc des Aygalades. A terme, les marseillais bénéficieront d'une réduction de 3 à 6 degrés au sein du parc, et de 0,3 à 4 degrés aux abords de ce dernier.

Après avoir analyser la démarche d'Ecocité méditerranéenne de la ville de Marseille, nous nous pencherons sur la seconde démarche d'Ecocité initié au Maroc.

En raison de son positionnement géographique le Maroc est soumis à une grande vulnérabilité au changement climatique. Les impacts sont grandissants ; augmentation du niveau de la mer, stress hydrique et phénomène d'ICU. Selon la direction de la météorologie nationale du Maroc on observe des différentiels de température allant de 5 à 7°C entre les villes centres et leurs périphéries au court de l'année 2019. Le Maroc étant un territoire en pleine expansion, avec une urbanisation rapide sous la pression conjuguée de la croissance démographique et de l'exode rural le phénomène d'ICU devrait s'intensifier au cours des années à venir. En 2030 le taux d'urbanisation devrait atteindre 75%.

Dans ce contexte, le Royaume du Maroc s'est positionné en tant que leadership africain en matière de lutte contre le changement climatique, en se lançant dans une transition historique vers un développement plus durable et résilient. Ainsi, le pays s'est engagé de manière volontariste dans des actions d'adaptations et d'atténuation. La lutte contre la surchauffe urbaine représente désormais un nouvel objectif de la ville durable[8], et s'opère ainsi à l'initiative du Roi Mohammed VI à travers la démarche d'Ecocité. Le 11 Février 2006 le Maroc se lance dans la construction d'une ville durable respectueuse de l'environnement entre Casablanca et

[8] *La ville durable : Née à la conférence ONU Habitat de 1996, la ville durable a été popularisé par la Charte d'Alborg (1994) et la Charte de Leipzig (2007). La ville durable est « d'abord le cadre environnemental d'un territoire où prennent sens des projets collectifs visant à répondre socialement à la question du développement économique et de l'héritage qui sera légué aux générations futures »* (Offner Jean Marc, 2007).

Rabat, sur un territoire enclin aux tensions urbaines entre un ouest moderne aisé et équipé et un est industriel, enclavé et en voie de paupérisation.

Figure 21 Projet prévisionnel de l'Ecocité de Zenata; Source: SAZ

Le projet d'Ecocité de Zenata représente une expérience inédite en Afrique qui devrait accueillir d'ici 2030, 300 000 habitants sur 1 660ha. L'investissement global de l'opération est de 21 milliards de Dirham selon la Société d'Aménagement de Zenata, dont 150 millions d'euros de l'AFD et 150 de la Banque Européenne d'Investissement, ainsi que 4 millions d'euros de subvention de l'Union Européenne.

Au travers d'appels d'offres, le projet à bénéficier et bénéficiera de l'expertise de nombreux bureaux d'études spécialisés lui permettant, à terme, d'acquérir une conception transversale et systémique de son projet d'aménagement. Pour pallier au problème d'attractivité, l'Ecocité mise sur la mixité fonctionnelle pour attirer les premiers résidents. Pour se faire, le projet ambitionne la création de trois pôles « locomotives » (santé, éducation et commerce), ainsi que la création d'infrastructures d'accès et d'équipements de proximité afin de ne pas reproduire les opérations de villes nouvelles au Maroc qui sont souvent définies comme des échecs. En effet ces grands projets urbains, n'ayant pas bénéficiés d'une véritable réflexion en amont, sont réduits à de grands projets résidentiels et peinent à devenir attractifs.

Forte de ces enseignements, le projet d'intérêt public Zenata a été délégué à la Caisse de dépôt et de gestion (CDG) par un protocole d'accord signé sous la présidence du roi. La Société d'aménagement de Zenata a but de développer un mode de conception de la ville traitant sur un même territoire et de façon concertée tous les paramètres du développement durable afin de hisser Casablanca au rang de grande métropole mondiale.

Ainsi la démarche d'Ecocité démontre un changement de paradigme dans la stratégie de planification du Maroc glissant d'une logique de ville nouvelle à une logique de ville nouvelle durable.

Social	Environnemental	Economique
- Assurer la mixité sociale dans la cité - Rendre la ville majoritairement accessible aux classes moyennes - Concevoir une ville équipée pour les besoins de la vie quotidienne	- Considérer l'eau comme une richesse naturelle rare et menacée - **Concevoir une ville fraîche et ventilée (ville bioclimatique)** - Favoriser les mobilités collectives et douces pour réduire l'usage de l'automobile - Maîtriser les émissions de CO^2 dans les transports et les bâtiments	- Equilibrer les emplois et l'habitat. 100 000 emplois pour 300 000 habitants - Construire une cité balnéaire attractive - Intégrer un pôle économique régional - Maîtriser les couts des infrastructures et reliant ces objectifs entre eux.

Suite à la définition des objectifs de développement durable, la Société d'Aménagement de Zenata (SAZ) a élaboré le référentiel de l'Ecocité afin de développer l'écologie du Sud. Ce référentiel repose sur six principes : la naturalité, la diversité, la proximité, la flexibilité, la co-élaboration et l'optimisation (cf annexe). La première Ecocité africaine labellisée se veut ainsi innovante dans sa conception et ses ambitions. Grâce à la démarche d'Ecocite de Zenata le Royaume du Maroc ambitionne de devenir le « champion des projets urbains labellisés « durables » » (Barthel, 2011). Ce projet est aujourd'hui perçu par de nombreux acteurs nationaux et internationaux comme un potentiel modèle de référence pour la ville durable méditerranéenne.

Dans ce cadre, la démarche innovante fut conçue dans une logique d'adaptation au changement climatique. Le projet expérimente une stratégie bioclimatique, en développent une trame verte et bleu ainsi qu'une trame aéraulique réalisé par l'agence française Franck Boutté consultants. Le plan d'aménagement de l'éco-cité prend en compte l'ensemble des ressources naturelles à l'échelle du site. Ainsi, Zenata bénéficie par sa façade littorale des atouts naturels du territoire.

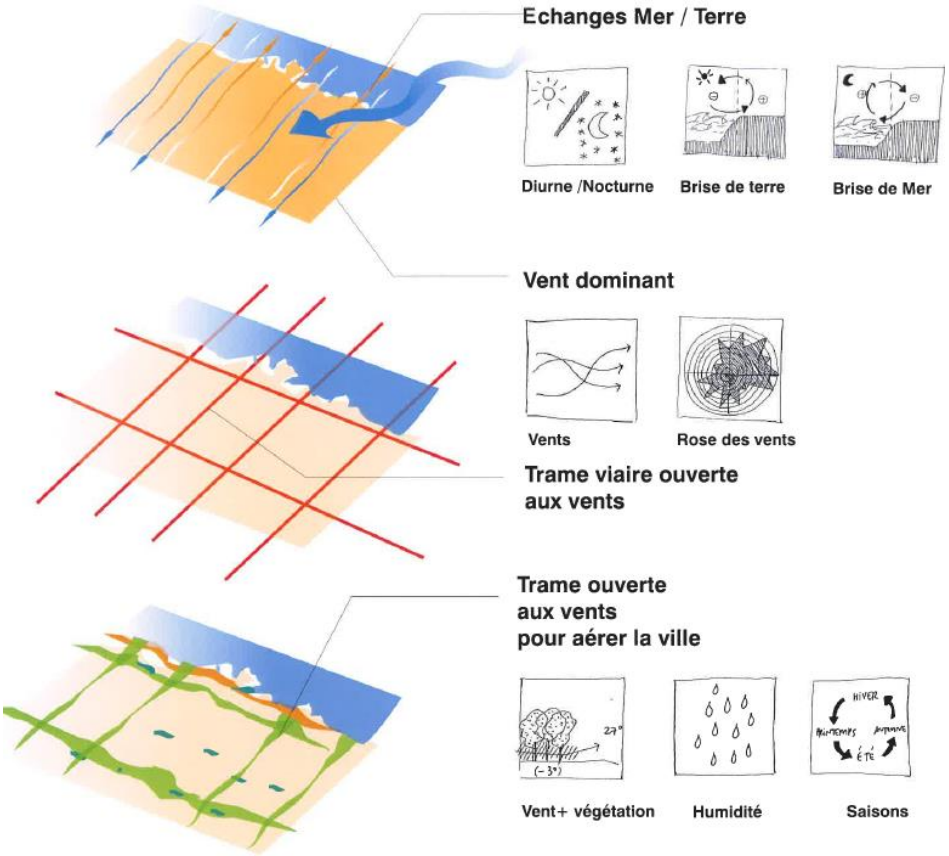


Figure 22 Schémas de ventilation naturelle de l'éco-cité de Zenata ;Source : SAZ- Société d'Aménagement Zenata

Les brises thermiques littorales (différence de température entre terre et mer) permettent ainsi de rafraichir la ville tout en la protégeant des vents d'hiver.

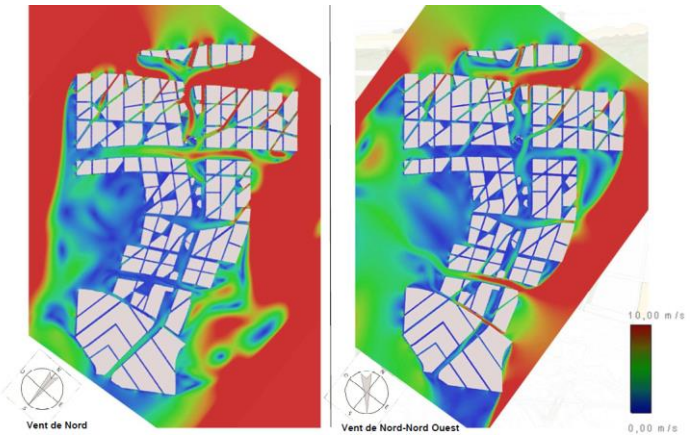


Figure 23 Modélisation de la trame aéraulique à grande échelle ; Source : SAZ – Société d'Aménagement Zenata

Dans le but de créer une Ecocité rafraichie, l'Agence française Franck Boutté Consultants a définit l'orientation des couloirs de ventilation naturelle en fonction des paramètres géologiques du site (morphologie urbaine, longueur et hauteur des bâtiments, ainsi que les propriétés des matériaux des façades). Ainsi, la conception bioclimatique de la ville nouvelle durable de Zenata permettrait de diminuer de 2 à 3° la température en été et de créer des conditions favorables pour une ville « ventilée » selon la SAZ.

Au-delà de la morphologie urbaine qui favorise la ventilation naturelle, le projet de trame verte et bleu permettra de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain. Cette démarche représente ainsi un outil d'aménagement durable du territoire qui participe à la transition écologique et énergétique de nos sociétés » (Lydia Coudroy, 2017). La plantation de végétaux permettra de rafraichir l'air en période estivale, tout en créant de l'ombrage dans les espaces publics ; tandis qu'en hiver, en perdant leurs feuilles, les végétaux garantiront un ensoleillement maximal de l'espace. Les feuilles pourront également atténuer les vents froids d'hiver. Un agencement de feuilles et de plantes couplé à la trame aéraulique permettra d'accroitre le confort thermique du site. L'ensemble des expérimentations liées à la trame verte et bleue permettront la mise en place d'aménagement publics afin de faire de l'Ecocité un espace convivial, qui rendra à terme le cadre de vie des habitants agréable en favorisant l'intégration de la nature en ville et en contribuant ainsi à la lutte contre la surchauffe urbaine. Des réflexions concernant une gestion de l'eau raisonnée sont actuellement en court, afin d'utiliser les eaux brutes provenant des canaux et les dénivellations naturelles pour l'arrosage des plantations d'essences méditerranéennes.

L'Ecocité de Zenata est également organisée selon les principes de la Médina marocaine en promouvant la mobilité de proximité. Les unités de vie seront bâties autour de places publiques afin d'offrir aux usagers les équipements nécessaires.

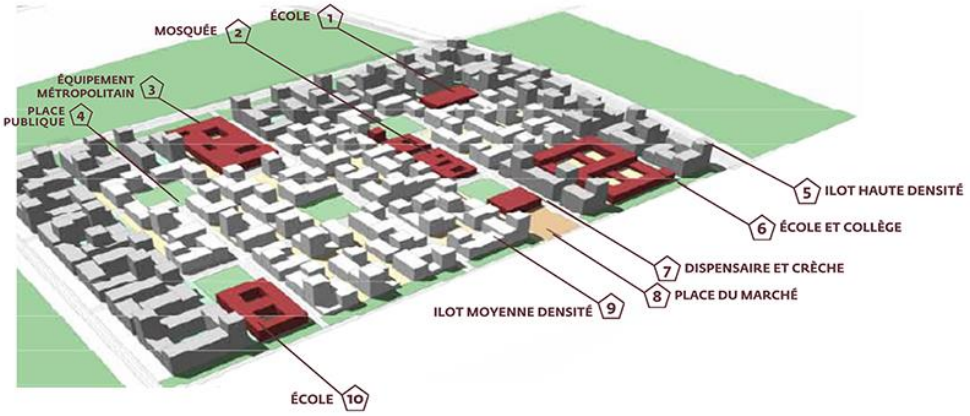


Figure 24 Trame urbaine de l'Ecocité de Zenata ; Source : SAZ – Société d'Aménagement Zenata

Pour relever les défis de la fabrication de la ville durable méditerranéenne, la France et le Maroc ont initié deux démarches au nom identique « Ecocité », Euroméditerranée dans un premier temps, puis quelques années plus tard Zenata. Malgré la création d'un référentiel propre à chaque pays, ces deux démarches souhaitent créer un modèle pour la ville durable méditerranéenne du futur. Les démarches présentées dans cette sous partie nous ont permis de démontrer l'intérêt grandissant pour les aménageurs de la rive Nord et de la rive Sud au sujet du rafraichissement urbain. Les leviers adoptés par les deux projets sont similaires, l'expertise française est à l'honneur et véhicule sur les deux projets des opérations de végétalisation et de captation des vents naturels par l'étude de la trame aéraulique et de la morphologie urbaine.

2.2. Les laboratoires de la ville durable méditerranéenne, entre similarités et incertitudes

Sur les deux rives, nous avons pu constater une nouvelle génération de projets se présentant comme « durable » « vert ». Dans cette seconde partie nous analyserons les effets et les limites de ces grands projets faisant appel aux leviers de rafraichissement urbain. Au vu du contexte

sanitaire, notre étude n'a pas pu bénéficier d'un certain nombre d'entretiens, afin de palier à ce manque les pistes abordées dans notre raisonnement se baseront sur la littérature scientifique ainsi que sur des travaux de recherche, afin de mettre en exergues différentes hypothèses sur la conception et les objectifs à terme des deux laboratoires d'expériences étudiés.

2.2.1. L'écocité, une ressource politique pour renforcer l'attractivité et le rayonnement des territoires méditerranéens

Lors de nos travaux de recherches et d'analyse nous avons constaté plusieurs similarités entres les deux projets d'Ecocité. Sur les images ci-dessous nous pouvons apercevoir en rouge le périmètre de l'Ecocité de Zenata à gauche, et sur la seconde image à droite en rouge également, le périmètre comprenant l'Ilot Allar ainsi que le parc des Aygalades. Dans le but de renforcer l'attractivité et le rayonnement des territoires méditerranéen les opérations se situent en bordure littorale dans la continuité de la ville centre. La préservation et l'adaptation des territoires au changement climatique permet de conserver pour les deux territoires leur environnement naturel dont le secteur économique est dépendant. Les nouvelles démarches d'Ecocité prévoient de renforcer l'image et la compétitivité de leurs villes par le biais de grands projets innovants.

Figure 26 Géolocalisation du projet d'Ecocité de Zenata; Source: Etude urbanistique pour l'aménagement de la ville nouvelle de Zenata, SAZ, Juillet 2012

Figure 25 Géolocalisation des opérations d'aménagement Euroméditerranée; Source: euromediterranée.fr

Dans ce but, les projets se créer sur des zones urbaines dégradées qui présentent de grandes potentialités de développement. Le Région du Grand Casablanca où se situe le projet d'Ecocité cristallise en effet différentes problématiques urbaines nouvelles et des déséquilibres spatiaux et socioéconomiques majeurs (émergence de bidonvilles et d'habitat insalubre, défaillance des transport urbain). On observe sur ce territoire une dichotomie entre un Ouest aisé, moderne, accessible et un Est populaire, industriel et enclavé. Cet espace en voie de paupérisation souffre d'un déficit important de logements, d'équipements et de services pour les classes moyennes nécessitant d'importants développements.

Période	Population totale	Population urbaine	Taux d'urbanisation
1960-1979	2,5	4,3	31,7
1970-1980	2,6	4,4	37,4
1980-1990	2,2	4,0	44,5
1990-2000	1,7	2,8	51,5
2000-2010	1,1	1,8	55,6
2010-2020	1,0	1,8	59,8

Tableau 2 Les taux de croissance démographique au Maroc (en %); Source: Haut-Commissaire au Plan, 2013

L'expansion des zones urbaines et la création d'agglomérations représentent aujourd'hui des priorités nationales pour le royaume du Maroc. En effet, en 30 ans la population marocaine a doublé, passant de 15,4 millions en 1971 à 33,8 millions en 2014. Pour répondre à cette dynamique démographique, le Maroc a lancé en 2004 un vaste programme de création de 15 villes nouvelles à l'horizon 2020, permettant à terme de décongestionner les grandes villes, rééquilibrer le territoire et accueillir de nouveaux habitants. Cet ambitieux programme initié par le ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme a été souvent inscrit dans le cadre d'un urbanisme novateur qui introduit de nouvelles pratiques d'aménagement urbain au Maroc.

En 2015, moins d'un tiers de ces projets ont passé la mise à l'œuvre, tandis que les autres rencontrent des difficultés. Ces villes nouvelles sont généralement des échecs, car excentrées

et finissent généralement inhabitées en villes fantômes. L'analyse des modalités techniques, procédurales et institutionnelles de la mise en œuvre des villes nouvelles et les différentes contraintes ont marqué la réalisation de ces projets. Force a était de constater la persistance et le prolongement d'un urbanisme d'opportunité et de rattrapage qui justifient les nombreux retards et dysfonctionnements rencontrés. En effet, le manque d'engagement politique autour du programme, le flou institutionnel et juridique sur la conduite des opérations et le manque de réflexions stratégiques en amont représentent les principaux handicaps reflétant des dysfonctionnements profonds en matière de planification urbaine et de gouvernance. Ces grands projets urbains sont réduits à de grands projets résidentiels et peine à devenir attractifs.

Fort de ces expériences, l'Ecocité de Zenata souhaite ambitionne de devenir une ville nouvelle durable.

Le site de Zenata situé en front de mer apparait dans les plans d'aménagement dès les années 50 avec la construction d'un port et d'une zone industrielle de Mohammedia imaginés à l'époque.

Figure 27 Photographie d'habitat spontané su rle territoire de l'Ecocité de Zenata; Source: Etude urbanistique pour l'aménagement de la ville nouvelle de Zenata, SAZ, Juillet 2012

Cet espace, largement contraint par ses risques littoraux, n'a jamais été urbanisé et reste une zone de transit et un espace agricole. L'une des autres particularités du projet de l'éco-cité Zenata est la présence de bidonvilles, actuellement environs 30 000 personnes dont 94% occupent le territoire de façon informelle.

De plus, le site comporte un grand nombre d'industries qui accentuent les problématiques de pollution de l'air et le phénomène d'îlot de chaleur urbain.

Sur le périmètre Euroméditerranée II force est de constater une similarité de déséquilibres spatiaux, économique et sociaux. En effet, le périmètre de l'opération se situe dans le 3ème arrondissement de Marseille souvent définit comme l'un des quartiers les plus pauvre d'Europe. En 2012, le 3ème arrondissement comptait 44 666 habitants. Le revenu médian par Unité de

Consommation (UC) y était de 11 672 euros contre 17 548 euros à l'échelle de la ville. Selon l'INSEE la part de ménages fiscaux imposables y était de 33,4% contre 57,9% sur la ville de Marseille. Cet ensemble de facteurs place le 3ème arrondissement au dernier rang des seize arrondissements de Marseille, et au dernier rang des communes et arrondissements de France métropolitaines.

Ces deux projets d'Ecocité ont ainsi d'important impacts sociaux, car ils occasionnent le déplacement de ménages bidonvillois ou bien précaires. La gestion de l'impact social des opérations se traduit au Maroc par une planification rigoureuse conduite par le Plan d'Action de Réinstallation (PAR). Dans le cadre du programme gouvernemental « Villes sans bidonvilles », en 2013 un premier plan de relogement des familles bidonvilloises a été déployé sans consultation de la population. Afin de tendre vers un processus plus inclusif la SAZ accompagnée par la maitrise d'ouvrage social (MOS) a entamé un plan de recasement pour les ménages bidonvillois afin d'octroyer des lots de terrain aux ménages de Zenata. La prise en compte de l'aspect social dans les projets d'aménagements au Maroc est une innovation importante, elle marque un changement dans la façon de penser et de conduire le projet ainsi que dans les politiques publiques. Malgré la construction de relogements, la démarche n'a pas été acceptée par les ménages implanté sur le territoire depuis des générations. Selon Olivier Toutain[9], le projet d'Ecocite de Zenata perturberait les systèmes de vie des habitants, leurs liens sociaux et économiques ainsi que leur sentiment d'appartenance. La gestion de l'impact social du projet Euroméditerranée passe par une importante phase de réflexion concernant la maitrise des couts, afin de respecter le pilier social du développement durable. Jean-Christophe Daragon affirma « *Sur ce quartier le prix d'acquisition d'un logement est de 4 000 euros, nous nous sommes autour de 3 500euros contrairement à des opérations telle que La Confluence sur Lyon qui oscille autour de 5 000€.* ». Au-delà de la maitrise des coûts, le projet place la concertation au cœur de l'opération. Ces temps d'échanges ont pour but de permettre aux habitants de s'exprimer sur leur vécu, leurs attentes et leurs questionnements sur les opérations d'aménagements en cours ou futures. Cependant la population la plus concernée par les conséquences du projet et les mutations sociales générées est composée de personnes en

[9] Olivier Toutain – Architecte de formation mène aujourd'hui des expertises dans le champ urbain et le développement local. Il a travaillé sur les question d'habitat précaire et des bidonvilles au Maroc. Et a récemment dirigé une étude d'impact social du programme d'appui à la résorption de l'habitat insalubre et des bidonvilles au Maroc.

situation de précarité, ces populations sont très peu, voire non participatives car elles subissent les décisions des aménageurs.

Les deux démarches d'Ecocité peuvent ainsi représenter une ressource pour les politiques publiques afin d'enrayer un certain nombre de dysfonctionnements sociaux et de renforcer l'attractivité et le rayonnement des territoires. Il semble tout de même important de rester vigilant quant à la création de produit du « capitalisme urbain »[10], produits qui répondraient à une catégorie sociale aisé, en inadéquation avec la population locale actuelle.

2.2.2. Le nouvel objectif de rafraichissement urbain, un modèle de ville durable incertain

Le nouvel objectif de rafraichissement urbain dans la construction de la future ville durable méditerranéenne a fait émerger dans le présent travail de mémoire différentes incertitudes concernant la viabilité des projets.

Pour les aménageurs le nouvel la lutte contre la surchauffe urbaine représente un certain risque. Lors d'un entretien, nous avons questionné Jean-Christophe Daragon[11], sur le caractère paradoxal des opérations novatrices couteuses qui ne prennent en considération les méthodes ancestrales de rafraichissement urbain. A ce questionnement, le chargé innovation de l'opération Euroméditerranée a répondu qu'il aimerait s'inspirer davantage de l'urbanisme vernaculaire méditerranéen mais que la réalité du marché ne le permet pas. En effet la demande des habitants en matière de logements correspond à des standards contemporains, si l'opération propose des logements s'inspirant de l'urbanisme vernaculaire de la médina ou bien du traversant marseillais (petites fenêtres, pas de vues, petites pièces, etc) les logements ne trouveraient pas d'acheteurs. Afin d'intégrer les standards bioclimatiques de l'architecture méditerranéen Euroméditerranée essai de proposer des logements à « l'architecture méditerranéenne contemporaine » (Jean-Christophe Daragon). Concernant le logement, l'Ecocité de Zenata est confrontée à une problématique similaire en matière de demande et

[10] Capitalisme urbain : La ville est un lieu de production, un moyen d'accumulation. Le terme fut employé dans la webserie produite par CAREP, le centre d'études arabes de Paris, dans laquelle intervient Pierre Arnaud Barthel de l'AFD.
[11] Jean-Christophe Daragon : Chargé innovation de l'opération Euroméditerranée

d'offre. Selon Pierre-Arnaud Barthel[12] le nouvel objectif de rafraichissement urbain sur le projet de Zenata représente un risque pour les aménageurs. Le projet ambitionne de réaliser une ville durable ouverte aux flux de population entrainant de la mixité sociale. L'Ecocité étant destiné à une classe moyenne émergeante, en réalité plutôt aisée ; les catégories sociaux professionnelles fortunées risqueraient de ne pas s'acculturer à un espace tel que celui prévu. Les habitants aisés vivent de manière générale au Maroc dans des quartiers homogènes socialement, habité généralement par des populations de la même classe sociale que la leur. Ces quartiers sont souvent clos et accessibles à un nombre minimal d'usagers où un personnel privé s'occupe de la gestion des entrées. Les classes aisées marocaines ont un rapport avec la nature différent, l'usage d'espaces verts répond généralement à une fonction particulière, par exemple un golf ; et non à un espace de détente ou de bienêtre. En végétalisant un tiers de son périmètre l'opération prend un risque conséquent.

Au-delà des risques pour les aménageurs, le nouvel objectif de rafraichissement urbain questionne la ressource en eau des pays afin de répondre aux besoins des opérations de végétalisation. Afin d'initier une gestion raisonnée de sa ressource en eau, le projet Euroméditerranée travaille actuellement sur une potentielle récupération des eaux grises des bâtiments afin d'approvisionner l'ensemble des espaces verts du futur parc des Aygalades, cependant la mise en place de ce dispositif représenterait un surcout pour le promoteur, mais permettrait à la collectivité de ne plus arroser avec induction d'eau de ville le périmètre. Les questionnements sur un potentiel retour sur investissement global sont actuellement en débat à l'EPAEM. Concernant la gestion raisonnée de la ressource en eau au Maroc, nous faisons face à un manque de compétence de la part des techniciens locaux. Les appels d'offres ont permis au projet d'Ecocité de bénéficier de l'expertise et des savoirs faires français afin de représenter une ressource pour les aménageurs au marocains, et d'acquérir une conception transversale et systémique du projet d'aménagement. Les démarches innovantes permettront à terme d'inscrire le pays dans une mode internationale de projets durables, et de positionner le royaume du Maroc comme leader du développement durable sur le continent africain. Cependant, en créant une « écologie du sud » par la création d'une trame verte et bleu l'Agence Franck Boutté fait émerger sur le site un nouveau besoin en eau. La gestion de l'approvisionnement en eau des

[12] Pierre-Arnaud Barthel : Chef de projet au sein de la division Collectivités locales et Développement urbain de l'Agence Française de Développement (AFD)

végétaux relèvera des compétences de la commune et des services techniques locaux de la commune de Aïn Harrouda où est implanté le projet d'Ecocité. Au Maroc, les moyens financiers et humains des communes sont modestes. Ainsi nous nous interrogeons sur la pérennité du projet dû au manque de compétences communales pour la gestion des opérations une fois le projet d'Ecocité livré.

Les leviers du rafraichissement urbain sont indéniablement considérés comme les bonnes pratiques pour l'avenir, projet de trame verte et bleu, réouverture d'un court d'eau, trame aéraulique ; cependant ces projets risquent de rester très ponctuels car difficilement viable sur le plan économique. Leur gestion est complexe, concernant la ressource en eau, la qualité des sols et le choix des essences végétales est primordial.

Nos recherches ont démontré que le nouvel objectif de rafraichissement urbain pour les deux projets d'Ecocité méditerranéennes comprend un certain nombre de risques pour les aménageurs et de difficultés dans la mise en œuvre. Ainsi les leviers du rafraichissement urbain s'appuient actuellement sur la visibilité des propositions d'action plus que sur la capacité de l'action.

2.2.3. Des territoires d'acculturation aux enjeux de la surchauffe urbaine

L'objectif de rafraichissement urbain représente aujourd'hui une notion opératoire témoignant d'un renouvellement de pratiques dans la conception de la ville durable du futur.

Les démarches Ecocités ambitionnent de faire émerger des dynamiques de développement urbain durable pour des villes plus respectueuses de leur environnement, plus résilientes et plus agréables à vivre pour leurs citoyens. Nos recherches permettent de démontrer le changement d'une stratégie de planification urbaine en une stratégie bioclimatique dans la continuité d'une logique de ville durable. Conscientes de l'impact du réchauffement climatique sur le pourtour méditerranéen les Ecocités en tirant parti du contexte physique et climatique des territoires s'acculturent aux enjeux de la surchauffe urbaine.

La ville de Marseille grandement touchée par la problématique d'îlot de chaleur urbain, l'EPAEM à décider de replacer la nature au cœur des projets urbain en créant le parc des Aygalades. Cette opération amorce un virage pour la métropole en projetant de développer la qualité rafraichissante de la nature en ville plutôt que la création d'opérations d'aménagement

très minérales, bétonnés, dénué de végétation comme le démontre le premier périmètre de l'opération d'envergure Euroméditerranée, ou bien la rénovation de la Corniche Kenedy. La stratégie de rafraichissement urbain de l'opération permettra l'acculturation au phénomène d'îlot de chaleur des aménageurs et collectivités territoriales environnantes. Marseille Métropole entrera ainsi dans les enjeux durables et environnementaux contemporains. Le projet d'Ecocité Euroméditerranée souhaite développer un modèle de ville durable méditerranéenne qui pourra à terme être reproduit dans l'ensemble des villes du pourtour. Le projet d'Ecocité de Zenata, poussant l'urbanisme marocain à se réformer se revendique également comme laboratoire d'expérimentation. La démarche, en mobilisant un grand nombre d'expertises nationales et internationales, démontre sa volonté et son besoin d'accompagnements, d'expertise et de renforcement de compétences. Sur le terrain, les experts nationaux apporteront les informations et connaissances institutionnelles et réglementaire nécessaire, quant aux experts internationaux ils permettront l'acculturation aux enjeux du réchauffement climatique et une monté en compétences des locaux sur ces thématiques. Les groupements (associations d'experts internationaux et nationaux) encouragé par la SAZ permettrons à terme de trouver au Maroc des pôles d'experts compétent dans la création de la future ville durable méditerranéenne. De plus, la création du référentiel Ecocité adaptable aux villes africaines permettra de diffuser dès demain les bonnes pratiques d'aménagement durable. Le référentiel constituera grâce à des indicateurs mesurables une base de réflexions pour l'aménagement durable en Afrique.

Les deux projets restent en cours de réalisation, de ce fait de nombreuses interrogations demeurent. Nous pouvons tout de même affirmer que les démarchent tendent à poursuivre le développement économique et accompagner la mutation sociale, culturelle et urbaine des territoires. Les deux Ecocité méditerranéennes ont la volonté de devenir des laboratoires d'expérimentation pour la future ville durable méditerranéenne. Face aux ambitions communes les leviers du rafraichissement urbain peuvent constituer la base d'une alliance méditerranéenne pour l'adaptation au changement climatique.

Conclusion générale

Les villes du pourtour méditerranéen, ne cessent de se densifier, accroissant ainsi le réchauffement climatique et le phénomène d'îlot de chaleur urbain. L'accélération du phénomène engendre une pluralité de risques pour les territoires, sanitaires, sociétaux, environnementaux, alimentaires et économiques.

Dans ce contexte, les politiques et institutions mondiales ont pris conscience de l'impact du changement climatique. Lors de la COP21, les parties sont parvenues à un accord historique afin de lutter contre le changement climatique. Depuis, les villes du pourtour Méditerranéen ont accueilli différents évènements tel que les MedCOP, permettant d'accélérer et d'intensifier les actions et les investissements nécessaire à l'adaptation au changement climatique.

Face aux problématiques de surchauffe urbaine, une pluralité d'acteurs proposent depuis quelques années des solutions d'aménagement adaptées au rafraichissement urbain. Dans ce contexte, l'Agence de Transition Energétique met à disposition des aménageurs et des collectivités territoriales des outils et des méthodes permettant de développer le potentiel rafraichissement des projets urbain. Le travail d'état de l'art réalisé en amont de ce mémoire nous permit d'identifier quatre leviers de rafraichissement urbain, présentés dans la première partie.

Les différentes méthodes de rafraichissement urbain permettent ainsi aux villes méditerranéennes de se prémunir de la surchauffe urbaine. Les différents leviers énoncés ont été observés sur le pourtour Méditerranéen. Dans un premier temps, dans les méthodes ancestrales d'aménagements. Nos recherches sur la conception historique des villes méditerranéennes nous ont permis de constater une prise en compte du climat dans les aménagements. Qu'il s'agisse de la Médina, des quartiers des villes centres du Maghreb ou bien des quartiers historiques de la ville de Marseille, chacune de ces conceptions fut créer en adéquation avec le climat méditerranéen. Dns un second temps, notre analyse nous a permis de démontrer que les leviers du rafraichissement urbain constituent un nouvel objectif de la ville durable méditerranéenne. Malgré des initiatives différentes, car propres au cadre institutionnel français et marocains, ces projets ambitionnent de devenir des laboratoires d'expérimentation dans le but de créer un modèle pour la ville Méditerranéenne durable.

Dans ce bilan, les principaux enseignements des retours d'expériences recueillis démontrent que l'expertise française est à l'honneur. Plus particulièrement sur l'Ecocité de Zenata. En effet l'agence Franck Boutté consultants intègre le nouvel objectif de rafraichissement urbain en créant une trame aéraulique ainsi qu'une trame verte et bleu, marquant l'exportation d'un modèle d'Ecocité méditerranéenne à la Française au sein du Royaume du Maroc. Cette exportation met en exergue différentes similarités entre les projets. L'ambition d'innovation, d'attractivité, de compétitivité et d'excellence des démarches Ecocité semble être sur les deux rives une ressource pour les politiques publiques afin de résorber les déséquilibres spatiaux, économiques et sociaux des sites en façade maritime, et par conséquent à fort potentiels attractifs.

Le caractère innovant de ces deux projets contient quelques incertitudes, pour les aménageurs dans un premier temps. Ces derniers prennent des risques concernant l'offre proposé et la demande des populations. En effet, le nouvel objectif de rafraichissement urbain fait émerger sur ces territoires des offres de logements et d'espaces public pas toujours adapté à la culture ou bien aux envies et modes de vie des habitants. De plus, le rafraichissement urbain étant un nouvel objectif de la ville durable, il demande un certains nombres de compétences et de ressources financières et humaines que les collectivités ne possèdent pas toujours.

En étudiant deux projets en phase de conception, nous restons tout de même sceptique quant à la viabilité des projets.

Cependant, les deux projets d'Ecocité démontrent l'acculturation au phénomène de surchauffe urbaine en plaçant le rafraichissement urbain au rang de nouvel objectif. La prise en compte des septicités climatiques méditerranéennes témoignent donc d'un renouvellement de pratiques dans la conception de « La future ville durable méditerranéenne ».

Face à l'accélération du réchauffement climatique, les températures de la rive Nord devraient bientôt ressembler à celle du Sud. Afin d'adapter les territoires méditerranéens de façon homogène, il serait intéressant pour les deux rives de coopérer sur les ambitions et les leviers du rafraichissement urbain afin de partager leurs savoirs, entre méthodes ancestrales et nouvelles méthodes de lutte contre la surchauffe urbaine.

Les ambitions communes de rafraichissement urbain pourraient ainsi constituer la base d'une alliance méditerranéenne pour l'adaptation au changement climatique.

I. Bibliographie

Alain, R. 2004. *Morphologie urbaine : géographie, aménagement et architecture de la ville. Armand coliin.* 2004.

Anne Roué-Le Gall, Marie-Florence Thomas, ClémentDeloly, Julie Romagon, Bob Clément, Cécile Nassiet. 2020. *Le guide ISadOrA, une démarche d'accompagnement à l'Intégration de la Santé dans les Opérations d'Aménagement Urbain.* 2020.

Barthel, Pierre-Arnaud. 2011. *Premiers quartiers urbain "durables" dans les pays arabes: enseignements sur une génération spontanée.* 2011.

Benzerzour, M. 2004. *Transformations urbaines et variations du microclimat : application au centre ancien de Nantes et proposition d'un indicateur « morpho-climatique ».* s.l. : Thèse : sciences pour l'Ingénieur, option architecture, Ecole d'Architecture de Nantes, 2004.

Dumont, Marie. 2010. *Détermination de l'albédo des surfaces enneigées par télédétection: application à la reconstruction du bilan de masse du glacier de Saint Sorlin. Sciences de la Terre.* s.l. : Université Paris-Est, 2010.

Gandemer. 1976. *Intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti.* Paris : Ministère de l'équipement, Direction de l'aménagement foncier et de l'urbanisme, 1976.

Lydia Coudroy, Anne Rivière-Honegger, Lisa Rolland, Anaïs Volin. 2017. "Transition" notion à la une de Géoconfluence. [En ligne] 2017. http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/notion-a-la-une/notion-transition.

Lynch, K. 1999. *L'image de la Cité, traduit par Marie-Françoise Vénard et Jean-Louis Vénard de The Image of the City (1960).* 1999.

Mills, Evan, Deborah Wilson et Thomas B Johansson. 1991. *« Getting started : no-regrets strategies for reducing greenhouse gas emissions ».* s.l. : Energy Policy 19.6, 1991.

Musy, M. 2014. *Une ville verte, les rôles du végétal en ville.* 2014.

Nikolopoulou. 2003. *Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for design urban spaces.* s.l. : Energy and Buildings, no. 35, pages 95-101, 2003.

Offner Jean Marc, Pourchez Carole. 2007. *La ville durable. Perspectives françaises et européennes. Problèmes politiques et sociaux.* s.l. : La documentation française , 2007. 933.

Terrin, Jean-Jacques. 2015. *Villes et changement climatique, Ilots de chaleur urbains.* s.l. : Collection la ville est en train de se faire. Villes et changement climatique, éditions parenthèses, 2015.

Pierre-Arnaud Barthel, « L'exportation au Maroc de la « ville durable » à la française », Métropolitiques, 16 Juin 2014

Pierre-Arnaud Barthel, La « ville durable » précipitée dans le monde arabe : essai d'analyse généalogique et critique, Environnement urbain, 16 Septembre 2015

II. Ouvrages

Villes et changement climatique, Ilots de chaleur urbains sous la direction de Jean-Jacques Terrin. Collection la ville est en train de se faire. Villes et changement climatique, éditions parenthèses, 2015

Villes en transition. L'expérience partagée des Écocités, sous la direction de Florent Hébert, Marseille : Parenthèses, 2015

L'adaptation au changement climatique, par Valentine Van Gameren, Romain Weikmans, Edwin Zaccai. Collection Repères, La Découverte, 2014

III. Revues

Habiter dans un monde plus chaud, revue Urbanisme, n°417, 2020

Le programme des villes nouvelles au Maroc : rupture ou prolongement d'un urbanisme de ratrappage ?, Tarik Harround, Revue internationale d'urbanisme, numéro 4/ Juillet-Décembre 2017

Dans la chaleur de la ville / In the urban heat. Vigneau Jean-Pierre. In : Revue de géographique de Lyon, vol 72, n°4, 1997. Le climat urbain. Pp. 347-349

IV. Websérie

Websérie 4/ Villes du monde arabe : développement urbain durable et démocratisation dans le monde arabe - Webserie produite par CAREP, le centre d'études arabes de Paris, dans laquelle intervient Pierre Arnaud Barthel de l'AFD

https://www.carep-paris.org/evenements/conferences/webserie-4-villes-du-monde-arabe-developpement-urbain-durable-et-democratisation-dans-le-monde-arabe/

V. Entretiens

AUDE LEMONSUE

Chargée de recherche CNRS au sein de l'équipe VILLE du Centre national de recherches météorologiques (CNRM, CNRS/Météo-France)

Philippe ROSSELLO

Coordinateur et animateur du GREC-SUD. Ingénieur en analyse spatiale et prospective, spécialise du climat, du changement climatique et de la qualité de l'air à l'échelle globale et locale.

Jean-Christophe DARAGON

Responsable innovation et développement durable de l'opération Euroméditerranée.

Philippe MASSET

Directeur Adjoint de la Direction Europe et International (DEI) de l'ADEME

VI. Colloques, Séminaires

Les entretiens du Cadre de Ville : s'adapter au changement ; du 15 Octobre 2019 à Paris. – Journée d'échange sur la capacité d'adaptation au changement dans des opérations d'aménagement.

Les territoires littoraux en transition face au changement climatique du 17 octobre 2019 à Cavalaire-sur-mer. - Journée d'échanges organisée par l'ADEME et le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), avec la participation de collectivités, établissements publics, services de l'État, associations et acteurs impliqués dans la transition écologique et énergétique des territoires littoraux, dans un contexte d'adaptation au changement climatique.

Annexes :

Guide d'entretien semi-directif – Euroméditerranée

En préambule à l'entretien :

- Dans un premier temps pourriez-vous vous présenter ainsi que votre structure et ses missions ?

Jean-Christophe DARAGON

« Je suis responsable innovation développement durable de l'opération Euroméditerranée depuis 8 ans.

J'ai trois grandes fonctions avec le responsable architecture et urbisme de l'opération. Tout d'abord, définir et/ou accompagner la vision stratégique sur différents thèmes tels que l'énergie, le bâtiment, la mobilité, la qualité de l'air, ou encore la nature en ville. Notre objectif est de définir des visions techniques et économiques à moyen et long terme pour permettre la faisabilité du projet. L'autre aspect de notre mission, et de faire le travail de suivit/qualité des opérations en accompagnant les promoteurs ou maitrise d'œuvre urbaine pour faire des projets le plus qualitatifs possible. Et puis la dernière fonction de notre travail consiste en l'évaluation des opérations. En lien avec la fonctionnement d'accompagnement des projets nous donnons notre avis sur les projets. Ainsi nous sommes à la fois précepteurs, co-concepteur et évaluateurs des projets pour faire en sorte de tirer le projet vers le haut et de le rendre le plus qualitatif possible. »

Thèmes 1 – Présentation générale

- Pouvez-vous me présenter la démarche écocité du projet Euroméditerranée ?

« Ecocicté c'est avant tout un appel à projet national. La particularité de l'opération c'est que comparé aux autres projets français ce n'est pas la métropole qui porte le projet. La métropole ne souhaitant pas être à l'initiative d'une telle démarche, nous nous en sommes chargé. Notre idée vendue était de dire, que nous nous positionnons comme un territoire test, créer un laboratoire d'expériences sur les spécificités de la ville méditerranéenne qui sont différentes

des autres villes françaises. Ainsi nous avons proposé de défricher les spécificités des territoires méditerranéens afin que les solutions tentées/testées soit diffuser sur des territoires similaires.

Dans la démarche Ecocité il y a un travail de réseau, à l'origine la démarche était piloté par le ministère. Puis c'est devenu le programme investissement d'avenir, qui par le biais d'appel à projet nous a permis d'avoir des financements. »

- Quels sont les principes d'une écocité méditerranéenne ? (En adéquation avec les spécificités climatiques du territoire)

« Le logan de la démarche est « EasyTech from Lowcost », pourquoi ? Quand Ecocité est sortie, c'était la mode de la SMARTCITY, et nous étions convaincue que la technologie c'était bien mais il était nécessaire de mesurer l'impact environnemental des opérations, l'impact du numérique aujourd'hui est très important et si on continue ainsi il y aura des dégâts grave. Et nous étions également convaincu que le numérique était encore cher pour pouvoir être généralisé.

Sur le périmètre Euroméditerranée la population est pauvre, nous sommes sur l'un des quartiers les plus pauvres d'Europe. Sur ce quartier le prix d'acquisition d'un logement est de 4 000 euros, nous nous sommes autour de 3 500euros contrairement à des opérations telle que La Confluence sur Lyon qui oscille autour de 5 000€. Ainsi la question de la maitrise des couts était très importante, et il était primordial pour nous de respecter le pilier social du développement durable. On a donc choisi de dire oui à la technologie mais en maitrisant les rejets de Gaz à effet de serre, et veiller à la solvabilisation des ménages. Concernant l'aspect climatique, sur ce territoire les spécificités méditerranéennes nous poussent plus à nous rafraichir que nous chauffer, il faut également faire avec les contraintes méditerranéennes telles que le mistral. Il y a également des problématiques hydrauliques importantes puisqu'on est sur un secteur inondable. Ces spécificités méditerranéennes font parties intégrantes de la conception du projet. Et certaines fois lorsqu'on communique le projet, je me heurte à des idées, telles que lors de visites avec des ABF ou ils ne comprennent pas que dans une Ecocité on ne trouve pas de cuve pour récupérer l'eau de pluie, mais sur ce territoire on peut uniquement récupérer l'eau deux mois dans l'année, sinon il faudrait faire des cuves immenses pour stocker du mois de Décembre, Janvier et Février l'eau, car il s'agit des mois de pluie. Ces cuves permettraient effectivement d'arroser en été mais ce serait surdimensionner les

stockages. De ce fait on réfléchit et on pense à réutiliser les eaux grises des bâtiments pour arroser, puisqu'il y a un flux plus continue. Mais cette opération se ferai auprès des promoteurs et représenterait un cout supplémentaire malgré un bénéfice pour la collectivité. »

- Dans la conception du projet, vous inspirez vous de l'urbanisme vernaculaire méditerranéen ? L'exemple de la Médina, ou bien du traversant Marseillais ?

« On aimerait s'en inspirer plus, on aimerait surtout que ce soit plus respecter. Nous sommes seulement un maillon de la chaîne, puisque ce sont les promoteurs qui réalisent. Ou bien dans les espaces publics on a les contraintes de la collectivité. De plus il y a également la réalité du marché, la question de la demande des habitants qui désirent du contemporain, si on leur vend du neuf mais avec les concepts bioclimatiques de la médina ou bien du quartier du Panier sur Marseille, c'est-à-dire de petits appartements sans vues, avec des petites pièces, à l'ombres je ne suis pas sûr que les usagers soient réceptifs. On essaie d'exprimer l'ambition bioclimatique du projet en parlant d'une architecture contemporaine méditerranéenne qui trouve un juste milieu entre conception qui tient compte de l'histoire mais qui permet aussi d'être aux standards des modes de vie d'aujourd'hui. On retrouve dans nos aménagements des conceptions qui se protègent au Nord du mistral, et qui capte les brises marines afin de rafraichir l'îlot, on végétalise également les cœurs d'îlots, et on favorise la ville compacte type médina. Là où s'est compliqué c'est à l'échelle du bâtiment, car il y a beaucoup de contraintes techniques tel La réglementation thermique qui impose une surface de baies correspondant au minimum à 1/6ème de la surface habitable de la construction, et sur la Médina des surfaces vitrées on en voit pas. Donc à l'échelle du bâtiment ce n'est pas évident, mais on arrive à avoir des traversant sur la plupart de nos bâtiments.

- Sur quelles études microclimatiques, environnementales est basé le projet ?

« Nous avons réalisé une étude avec météo-France, afin de modéliser l'impact météorologique des aménagements prévus par l'opération. Les simulations ont été réalisées selon différentes conditions de surfaces, actuelles et projetées. Nous avons développé un ensemble d'indicateurs nous permettant d'analyser l'influence du parc, de l'albédo des murs, des jardins et du système de climatisation. L'étude nous a permis de créer un outil de modélisation dont nous pourront nous servir pour mesurer l'impact de chacun de nos projets.»

<u>Ilot Allar</u>

Stratégie énergétique fondée sur une approche bioclimatique de l'urbanisme - Ilot Allar :

Pouvez-vous me faire un bref retour d'expérience de l'Ilot Allar et sa conception bioclimatique ?

Parc des Aygalades

- Pouvez-vous me présenter le projet en quelques mots, ses spécificités, ambitions, les différents acteurs. Où en êtes-vous aujourd'hui ? Quels sont les bénéfices attendus en termes de rafraîchissement, biodiversité etc.

« Le parc est divisé en deux, il y a le parc Sud Bougainville qui est bien avancé, c'est plus un problème de maitrise foncière que de réalisation. Les travaux seront engagés au cours de l'année prochaine, pour 18 mois de travaux. Le parc des Aygalades c'était plus compliqué, car le parc est actuellement un faisceau ferré, qui est utilisé par des exploitants. Donc problématiques foncières qui font que ce n'était pas très bien engagés, mais aujourd'hui ça va mieux. Le livrable estimé pour 2024, 2025.

Nous souhaitons créer un véritable poumon vert sur le territoire marseillais, qui permette un rafraichissement à grande échelle ».

Thème 2 – Les paradoxes du rafraîchissement urbain

Paradoxe des formes urbaines et de la densité, générateurs d'ilot de chaleur urbain.

- Euroméditerranée évalue l'influence du parc ainsi que de l'albédo mais pourquoi pas de la morphologie urbaine ? Les formes urbaines constituent l'un des facteurs clefs de la formation des ICU.

« Tout d'abord, sur l'outil développé par météo France et le CNRS on ne savait pas s'il savait le faire. L'autre cause c'est qu'on est parti sur notre plan guide et les différents indicateurs développés. Si on devait étudier la morphologie urbaine il fallait créer de nouveaux indicateurs, et l'étude étant déjà très couteuse nous ne pouvions plus le faire. Après il est vrai que très souvent les ilots bougent entre phase de plan guide et de réalisation, mais on aurait pu faire bouger les ilots et prendre des extrêmes afin de voir l'incidence. Après il y a également une question centrale, qui est la fiabilité des outils de modélisation. Des outils de modélisation sur

la morphologie urbaine il y en très peu en Europe, ce sont des outils qui sont en développement et de ce fait dont le cout est très important. »

- Comment agir face à ce paradoxe qui consiste à vouloir densifier les villes, et, dans le même temps, diminuer les effets des ICU ? Quelles morphologies induisent – ou au contraire atténuent la chaleur en ville ? Prenez-vous en considération la ventilation naturelle dans le projet du parc des Aygalades ?

<u>Le paradoxe du rôle de l'eau et de la végétalisation dans la lutte contre l'ICU.</u>

Le parc des Aygalades ambitionne de devenir le nouveau poumon marseillais, pouvez-vous nous expliquer les différentes phases du projet ? Le choix des essences, où planter ? et comment ?

La ressource en eau étant réduite en période estivale, comment organisez-vous l'approvisionnement en eau de l'ensemble des plantations ?

« On aurait puis puiser dans les court d'eaux, mais les débits sont trop faibles pour piocher dedans. Aujourd'hui la collectivité arrose avec l'induction d'eau de la ville. On est en train de creuser l'idée de la récupération d'eaux grises, pour les retraiter dans les parcs et les réutiliser. Il s'agit d'une démarche impliquant un surcout pour le promoteur, et l'usager du logement, mais qui bénéficie à la collectivité, donc nous avons plusieurs questionnements en ce moment, dont celui du retour sur investissement global. Mais c'est important d'y penser car selon l'approvisionnement, on aura plus ou moins de végétalisation. On travaille également avec Idex sur le choix des essences par rapport au changement climatique et la problématique d'arrosage et on travaille aussi sur la complémentarité des essences, avec des associations d'essences qui marchent plus ou bien. »

Les résultats sur l'atténuation des ICU par l'eau et la végétalisation sont indéniables mais ils démontrent que l'efficience mesurée reste encore parfois faible vis-à-vis des efforts déployés. Quel est votre avis à ce propos ? Pouvez-vous chiffrer le projet ? Mettez-vous en place des initiatives citoyennes afin de végétaliser le parc ?

« Le parc en lui-même doit couter environ 100 millions d'euros. »

Le paradoxe des outils de planification et d'urbanisme qui ne constituent pas encore des outils dédiés à la prise en compte du réchauffement climatique.

En dépit d'engagements internationaux, les injonctions associées au réchauffement climatique n'ont pour l'heure pas permis un passage de la théorie à la pratique.

Docs : Agenda 21, Schéma régionaux du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE), le PCAET, Schéma régionaux de cohérence écologique, et le plan biodiversité qui ont pour objet de préparer les villes aux évolutions climatiques en même temps que de fixer des objectifs pour une gestion raisonnée des ressources naturelles comme l'eau, les énergies fossiles, l'alimentation ou encore la biodiversité.

Comment la diminution de la surchauffe urbaine s'est intégrée au projet ? la labélisation écocité a-t-elle accentué la prise en compte du climat ? La lutte contre le phénomène d'ICU représente-t-il un objectif dans la réussite de l'écocité ? Si oui, pourquoi ?

« Dans la démarche Ecocité au début il n'y avait pas d'objectifs spécifiques, mais comme on était dans la diffusion de bonnes pratiques, sur le thème ICU on était les premiers à s'y intéresser. L'étude climatique de modélisation avec Météo France fut lancée en 2012, on a été les précurseurs sur le sujet. On a commencé à entendre parler du sujet depuis il y a 7 ou 8 ans. Et conscient des spécificités climatiques du pourtour méditerranéen nous avons décidé de nous y intéresser d'avantages. »

Thème 3 : La coopération en méditerranée

Le projet EuroMed ambitionne de créer la future ville durable méditerranéenne, dans ce sens avez-vous des partenariats avec d'autres villes méditerranéennes ? En particulier des villes de la rive Sud ? Si oui, comment se manifestent ces partenariats ?

En 2006 le projet de ZENATA, la première écocité africaine à vue le jour. Avez-vous connaissance du projet ? Participez-vous à la diffusion des bonnes pratiques de rafraichissement urbain?

« Oui, avec l'AVITEM nous avons créé un réseau associé avec la caisse des dépôts et l'AVITEM l'anime. Ce réseau a pour but de diffuser les bonnes pratiques d'aménagements. Pour l'heure, je ne sais pas s'il y a des échanges avec Zenata, mais ça ne serait tarder. »

Référentiel de l'Ecocité de Zenata

Référentiel
Éco-Cité Zenata

Le Référentiel Eco-Cité cristallise la démarche d'éco-conception de la Société d'Aménagement Zenata. Il définit des principes fondateurs déclinés en thématiques, objectifs et actions concrètes qui sont évalués selon des indicateurs de performance pour une gestion stratégique globale.

Un modèle inclusif et évolutif pour une ville durable

Catalyseurs de solutions innovantes, les principes fondateurs permettent à la fois de stimuler la créativité, de renforcer et de concrétiser les initiatives pour la construction de l'Eco-Cité Zenata.

Un modèle adaptable pour des projets urbains similaires

Ce Référentiel, élaboré par la Société d'Aménagement Zenata en collaboration avec des experts nationaux et internationaux, s'inspire des standards et pratiques internationaux de développement durable appliquées aux enjeux nationaux et locaux.
Le Référentiel Eco-Cité Zenata est un modèle intégré et systémique adaptable aux projets urbains au contexte similaire.

Un modèle labellisé

En octobre 2015, la SAZ a signé avec Cerway (organisme de certification HQE) un partenariat pour créer conjointement un nouveau label basé sur le Référentiel Eco-Cité Zenata. Ce label sera un modèle de mesure de performance pour les projets d'aménagements territoriaux comparables au niveau national et international.

Une approche systémique, inclusive et durable pour la conception et la gestion de l'Eco-Cité Zenata

Un ensemble de principes communs pour le développement durable a été identifié et testé. Ces principes communs peuvent être utilisés autant pour les questions stratégiques qu'au niveau des projets.

6 principes fondateurs pour l'Éco-Cité

Naturalité

Quoi ? Implémentation de procédés ayant un recours limité aux ressources extérieures et nécessitant peu d'entretien

Pourquoi ? Minimiser l'interférence de l'homme sur la nature

Diversité

Quoi ? Réduction de la dépendance à travers la diversité biologique, économique et sociale

Pourquoi ? Maximiser le potentiel de chacun et sa contribution au développement

Flexibilité

Quoi ? Conception de la ville selon un système adaptable basé sur l'innovation intégrant toutes les parties prenantes

Pourquoi ? Favoriser la résilience de la ville face aux nombreux changements internes et externes

Proximité

Quoi ? Accessibilité aux infrastructures et aux services au profit du développement économique et social

Pourquoi ? Maximiser les synergies possibles entre les acteurs du territoire

Co-élaboration

Quoi ? Mise en commun des énergies de tous vers un développement concerté de la ville

Pourquoi ? Maximiser la contrubution de tous les acteurs responsables: autorités, entreprises, société civile, citoyens

Optimisation

Quoi ? Mise en place de solutions alternatives pour l'optimisation des ressources et la réduction des nuisances

Pourquoi ? Préserver le futur sans compromettre les ressources disponibles

16 thématiques durables

Les thématiques du Référentiel Eco-Cité Zenata ont été croisées avec différents standards internationaux : UN Habitat, European Green Capital Award, UNIDO, etc.

Aspects territoriaux

- Transport local
- Infrastructure
- Construction et bâtiments
- Environnement acoustique

Aspects environnementaux

- Gestion des déchets
- Adaptation au climat
- Nature et biodiversité
- Energie et changement climatique
- Qualité de l'air ambiant
- Gestion de l'eau

Aspects sociaux

- Education
- Santé
- Inclusion sociale

Aspects économiques

- Emploi et employabilité locale
- Responsabilité Sociétale des Entreprises
- Production et approvisionnement locaux

+ 60 objectifs adaptés au contexte

Les objectifs ont été fiabilisés et priorisés par la méthode SMART (spécifique, mesurable, ambitieux, réaliste et temporel).

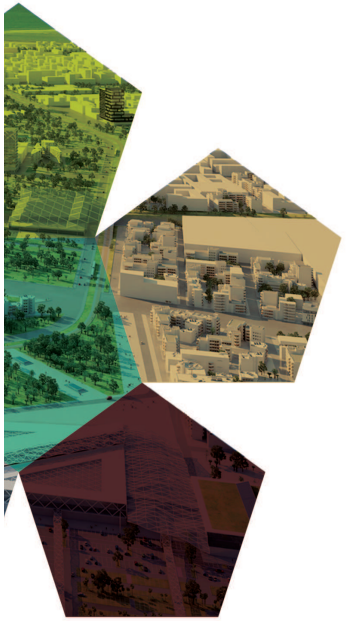
+ 170 actions concrètes

Des actions concrètes sont attribuées à chaque objectif permettant d'identifier les acteurs et les cibles à différents horizons temporels. Ils seront revus périodiquement afin de correspondre à l'évolution de la ville et de répondre aux besoins des futurs habitants et gouvernants de l'Eco-Cité Zenata.

+ 250 indicateurs de suivi

Pour l'évaluation de la performance des actions du Référentiel, des indicateurs de suivi ont été élaborés pour une amélioration continue.

Royaume du Maroc



·entiel
é Zenata

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification

ISO 14001
BUREAU VERITAS
Certification

LABEL CGEM
POUR LA RESPONSABILITÉ SOCIALE DE L'ENTREPRISE

HQE
RÉFÉRENT CERTIFICATION
RECONNU PAR CERTIVEA & CERWAY

ECO-CITY
ECL
LABEL

UNION EUROPÉENNE
afd
AGENCE FRANÇAISE DE DÉVELOPPEMENT

CE DOCUMENT
EST FINANCÉ
PAR L'UNION
EUROPÉENNE AVEC
L'APPUI DE L'AFD

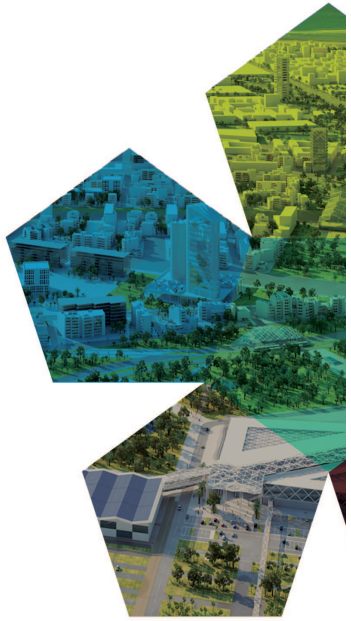
SOCIÉTÉ D'AMÉNAGEMENT
GROUPE CDG

74,Boulevard Yâacoub El Mansour - Mohammedia - Maroc
Tél: +212 (0) 523 31 84 00
Fax: +212 (0) 523 32 93 21
Email : contact@saz.ma

www.zenataecocity.ma

Eco-Cité Zenata
Eco-Cité Zenata

Imprimé sur Papier Recyclé



Référ e
Éco-Cité Z